

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jenna Kainulainen

SÄHKÖENERGIAN VÄHITTÄISMYYNNIN HINNOITTELU

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2012



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2012**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6412

**Tekijä**  
Jenna Kainulainen

**Nimeke**  
Sähköenergian vähittäismyynnin hinnoittelu

**Toimeksiantaja**  
Pohjois-Karjalan Sähkö Oy

**Tiivistelmä**

Uusi sähkönkäyttötietojen tuntimittaus- ja etäluentatekniikka vaikuttaa sähkönmyyntiyhtiöiden tapaan hinnoitella asiakkaidensa sähköenergiaa. Työn tarkoituksena oli tutkia sähköenergian vähittäismyynnin hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä ja pohtia mahdollisia pörssi- eli spot-hintaan pohjautuvia hinnoittelumalleja huomioiden nämä tekijät. Tehtävänä oli laskea ja analysoida erityyppisten sähkönkäyttöpaikkojen aiheuttamia profiili- ja volyymikustannuksia eri ajanjaksoille.

Profiilikustannuslaskennat toteutettiin taulukkolaskennoilla eri sähkönkäyttöpaikkojen kuorma-aikasarjoista sekä Suomen hinta-alueen spot-hinta-aikasarjoista. Volyymikustannuslaskennat toteutettiin myös taulukkolaskennoilla käyttäen eri sähkönkäyttöpaikkojen vuotuisia sähkönkäyttöjä sekä toteutuneiden Suomen hinta-alueen spot-hintojen vuosikeskiarvojen ja johdannaiskauppojen hintojen erotuksia.

Tulokset osoittavat, että hinnoittelussa tulisi huomioida sähkönkäyttöpaikan lämmitysmuoto sekä sähkönkäytön profiili. Sekä profiili- että volyymikustannukset vaihtelivat runsaasti kohteesta ja vuodesta riippuen. Vaikuttavimmat tekijät muodostuviin kustannuksiin olivat sähkönkäytön profiili ja volyymimuutos sekä spot- ja johdannaishintojen vaihtelu vuoden sisällä.

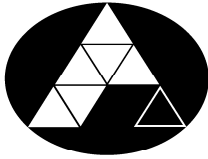
Tulevaisuudessa, kun kuluttaja-asiakkaat ymmärtävät ja hyväksyvät spot-hintojen vaikutukset ja kysyntäjouston hyödyt, tarvitaan ajantasaisia hinnoittelumalleja. Kun myyntiyhtiöt ryhtyvät kehittämään tuntikohtaista hinnoittelua, voivat edistyksellimmät asiakkaat nauttia näiden hinnoittelumallien tuomista eduista. Lisäksi tulevaisuudessa kysynnän kasvaessa myyntiyhtiöillä on tarjota valmis, toimiva sähköenergiatuote kuluttaja-asiakkaille.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 70  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 30

**Asiasanat**

sähkömarkkinat, sähköenergian hinnoittelu, profiilikustannus, volyymikustannus

 <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p><b>THESIS</b>  <b>April 2012</b>  <b>Degree Programme in Electrical Engineering</b>  Karjalankatu 3  80200 JOENSUU  FINLAND  p. +358 13 260 6412</p>
<p>Author Jenna Kainulainen</p>	
<p>Title Retail Pricing of Electricity</p> <p>Commissioned by Pohjois-Karjalan Sähkö Oy</p>	
<p>Abstract</p> <p>The new hourly and remote metering technology for power consumption offer new ways of pricing for electricity suppliers. The purpose of the thesis was to examine the two most important factors affecting the price rating; profile and volume costs. These two were taken into consideration when reviewing pricing models based on spot market pricing.</p> <p>Profile costs were calculated from price-time-series and load-time-series in different metering points, whereas volume costs were calculated from annual power consumptions and price differences between financial markets and spot market.</p> <p>Results prove that the shape of power consumption profile and type of heating system in a specific metering point should be taken into account when setting the price for electric energy. Depending on the metering point and the year in question, both the profile and volume costs varied highly. Major factors affecting the costs were fluctuation in power consumption and the difference between the financial market and Spot prices.</p> <p>In future, there will be a need for up-to-date pricing models as consumers are able to understand and accept the impact of spot prices and the benefits of elasticity of demand. When the sales companies start to develop hourly pricing models, most aware customers could already enjoy the benefits of these new pricing models. In addition, the sales companies can offer customers complete and functioning products as the demand for those will increase.</p>	
<p>Language Finnish</p>	<p>Pages 70  Appendices 5  Pages of Appendices 30</p>
<p>Keywords</p> <p>power market, price rating of electric energy, profile cost, volume cost</p>	

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Pohjoismaiset sähkömarkkinat.....	6
2.1	Fyysiset markkinat.....	7
2.2	Johdannaismarkkinat.....	9
2.2.1	Clearing ja nettoarvontilitys.....	11
2.2.2	Johdannaissopimus ja fyysinen toimitus.....	12
3	Hinnoitteluun vaikuttavat tekijät ja riskit .....	14
3.1	Profiiliriski.....	16
3.2	Volyymiriski.....	17
3.3	Spot-hinnan riskit.....	20
4	Tutkimusaineisto ja –menetelmät.....	21
5	Profiili- ja volyymikustannusten muodostuminen.....	22
5.1	Profiilikustannusten muodostuminen .....	23
5.1.1	Sähkölämmitteiset omakotitalot .....	26
5.1.2	Ei-sähkölämmitteiset rivi- ja kerrostalot .....	27
5.1.3	Vapaa-ajan kohde.....	27
5.1.4	Liikekiinteistöt .....	28
5.1.5	Lämpöpumppukohteet .....	28
5.1.6	Tyypikuormituskäyrät 1, 2 ja 3 .....	30
5.2	Volyymikustannusten muodostuminen .....	32
5.3	Lämpötilan ja sähkönkäytön korrelaatio.....	36
6	Tulokset .....	37
6.1	Profiilikustannukset.....	38
6.1.1	Eri vuosien aiheuttamat profiilikustannukset kohteille.....	38
6.1.2	Toteutuneet profiilikustannukset kohteittain.....	49
6.1.3	Pakkas- ja helleaikoina toteutuneet profiilikustannukset.....	52
6.2	Volyymikustannukset .....	56
6.3	Lämpötilan ja sähkönkäytön korrelaatio.....	58
7	Pohdinta.....	60
7.1	Tunneittain vaihtuva hinta.....	61
7.2	Erilaisia myyntiyhtiön tarjoamia mahdollisia hinnoittelumalleja .....	62
7.3	Kuormanhallintamahdollisuudet.....	64
7.4	Asiakkaiden yleinen kiinnostus tuntituotteisiin .....	65
7.5	Tulevaisuuden muutoksia .....	66
	Lähteet.....	68

### Liitteet

Liite 1	Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös tyypikuormituskäyrästä sähkökauppojen selvittämisessä, 491/1998
Liite 2	Profiilikustannuksia, vuosittain
Liite 3	Profiilikustannuksia, kohteittain
Liite 4	Profiilikustannuksia, pakkas- ja hellekaudet
Liite 5	Volyymikustannuksia

## 1 Johdanto

Sähkömarkkinoita sekä sähkötoimitusten selvityksiä ja mittauksia koskevat asetukset uudistuivat valtioneuvoston yleisistunnon toimesta 1.3.2009 [1]. Uudet säädökset velvoittavat verkonhaltijoita ilmoittamaan asiakkailleen tuntikohtaisen sähkönkäytön mittarilukemineen ilman erillistä maksua. Uudistus mahdollistaa asiakkaan kotitalouden reaaliaikaisen sähkönkäytön seuraamisen ja näin ollen myös asiakkaan on mahdollista säästää energiakustannuksiaan oikeilla valinnoilla. Tavoitteena on, että vuoden 2013 loppuun mennessä vähintään 80 prosenttia koko Suomen jakeluverkkojen sähkönkäyttöpaikoista olisi tuntimittauksen ja etäluennan piirissä. [2]

Ennen tuntimittareihin ja etäluentaan siirtymistä asiakasta on laskutettu arviolaskuilla, jotka perustuvat sähköenergiaennusteisiin, ja laskutus on tasattu tavallisesti kerran vuodessa mittarilukemiin perustuen. Uudistuksen myötä sähkönmyyjät ja jakeluverkonhaltijat laskuttavat jo lähitulevaisuudessa asiakasta todellisen sähkönkäytön mukaisesti. Tuntirekisteröivien mittareiden myötä sähkönmyyjä saa tarkemmat tiedot asiakkaan sähkönkäytöstä ja voi ottaa tämän huomioon sähköenergiatuotteiden hinnoittelussa.

Vuoden 2010 loppuun mennessä jokaisen yli 3 x 63 A sähkönkäyttöpaikan tuli olla varustettu tuntimittarilla [1]. Koska kyseessä on sähkönkäytön kannalta normaalia kotitaloutta suurempia kohteita, on ko. kohteita verrattain vähemmän. Sähkönmyyntiyhtiöillä on ollut mahdollista hinnoitella kyseisten kohteiden sähköenergian hinta asiakas- tai käyttöpaikkakohtaisesti. Nyt, kun Suomen lähes kaikkien sähkönkäyttöpaikkojen kulutuksia tullaan mittaamaan tuntirekisteröivillä mittareilla, joista energiankäyttötiedot tallentuvat tunti tunnilta järjestelmiin, avautuu sähkönmyyjille mahdollisuus ottaa käyttöön monipuolisempia hinnoittelumalleja.

Kannattavan toiminnan elinehto sähkökaupassa on myynnin ja hankinnan tarkka suunnittelu. Sähkön myynnin keskeinen lähtökohta on sähkönkäytön ennustaminen, kun taas sähkön hankinta perustuu myyntiennusteisiin. Asiakkaiden

sähkönkäyttö vaihtelee vuodenajan, viikonpäivän ja vuorokaudenajan mukaan. Nämä vaihtelut tulisi ennakoida mahdollisimman tarkasti. Parhaiten ennakointi onnistuu profiloimalla sähkönkäyttäjien sähkönkäyttötottumukset ja määrittämällä sähkönkäyttäjien tuntikohtainen kulutus eli mallintamalla sähkönkäyttöjä joko toteutuneista sähkönkäytöistä tai ennusteista. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ja analysoidaan hinnoitteluun liittyviä riskejä. Hinnoittelun tulee perustua pohjoismaisen sähköpörssin markkinahintaan.

## 2 Pohjoismaiset sähkömarkkinat

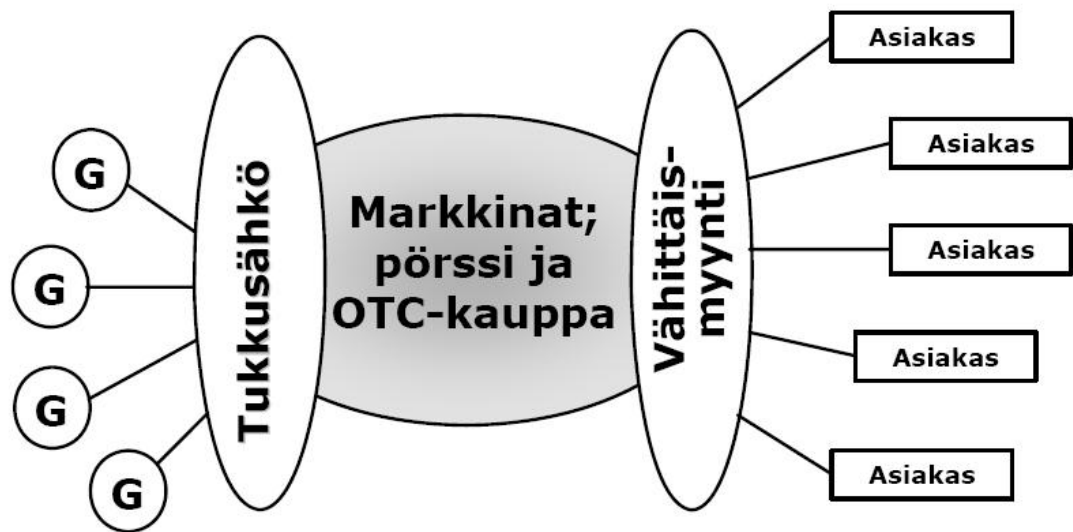
Työssä keskeisimpiä aihepiirejä ovat sähkömarkkinahinnan muodostuminen, suojausmekanismit sähkönhinnan vaihtelua vastaan sekä asiakkaan sähköenergian hinnanmuodostumiseen vaikuttavat tekijät. Sähkömarkkinoiden toimintaperiaatteet ovat muuttuneet ja muuttuvat varmasti jatkossakin nopealla tahdilla. Tämän takana ovat energiamarkkinoiden lainsäädännön muutokset niin eurooppalaisella kuin kotimaisella tasolla sekä muuttuvat sähkönkäyttäjien vaatimukset.

Pohjoismaissa markkinapaikkana toimii Nord Pool. Nord Pool on jaettu kolmeen erilliseen markkinapaikkaan:

1. Nord Pool Spot AS, joka toimii sähkön fyysisenä markkinapaikkana Elspot- ja Elbas-kaupoille,
2. NASDAQ OMX Commodities, joka toimii finanssimarkkinapaikkana sekä
3. NASDAQ OMX clearing house, joka toimii kauppojen selvitystalona [3].

Sähköenergian hinta määräytyy pohjoismaisessa sähköpörssissä noteeratun markkinahinnan perusteella. Pörssihinta toimii käytännössä hintareferenssinä myös niille sähkömarkkinoille, jotka toimivat pörssin ulkopuolella [4, s. 63]. Sähkömarkkinoilla myyjäosapuolena toimii usein sähköntuottaja, esimerkiksi tuotantolaitos ja ostajana esimerkiksi sähköntuottaja, esimerkiksi sähköntuottaja. Sähkömarkkinat käsittävät fyysiset markkinat sekä finanssimarkkinat. Fyysiset markkinat pitävät sisällään sekä Elspot-markkinat, jossa käydään kauppaa seuraavan päivän eri tuntien sähköntoimituksesta, että ns. jälkimarkkinat, Elbas-, säätö- ja tasesähkömarkkinat. Fyysiset markkinat johtavat aina sähkön fyysiseen toimittamiseen. Finans-

simarkkinat ovat johdannais- eli arvopaperikauppaa, jossa sähkön ostajat ja myyjät suojaavat sähkön yksikköhinnan sovituksi ajaksi. [5]



Kuva 1. Tukkusähkö- ja vähittäismyyntimarkkinat [6, s. 7].

Kuvassa 1 nähdään markkinoiden ja sähkön myynnin toimijarakenne. Kuvassa 1 asiakkaat ovat sähkön loppukäyttäjiä ja G edustaa sähkön tuottajaa esimerkiksi voimalaitosta. Sähkön tuottajat myyvät tuottamansa sähköenergian fyysisenä toimituksena tukkumarkkinoille, josta myyntiyhtiöt joko suoraan tai välillisesti ostavat sen loppukäyttäjäänsä varten. Ennen fyysistä sähköntoimitusta voidaan finanssimarkkinoilla toteuttaa pörssissä tai kahdenvälisillä OTC-kaupoilla johdannaiskauppoja samaan tapaan; yksinkertaisimmillaan tuottajat myyvät johdannaisia markkinoille ja myyntiyhtiöt ostavat niitä.

## 2.1 Fyysiset markkinat

Sähkön tukkukauppaa käydään sähköpörssissä Elspot-markkinoilla, joka pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla on pohjoismaisten kantaverkkoyhtiöiden omistama Nord Pool. Nord Pool vastaa sähkönhinnan laskennasta. Tukumarkkinoilla tukkuhinta määräytyy sähkön kysynnän ja tarjonnan perusteella aivan samoin kuin minkä muun tahansa hyödykkeen hinta. Jokainen markkinoille osallistuva myyjä tarjoaa haluamansa määrän sähköä. Usein myyjä tarjoaa tuottamaansa sähköenergiaa sähköpörssiin hinnalla, jolla on yhteys voimalaitosten muuttuviin kustannuksiin [7, s. 69]. Elspot- eli spot-markkinoilla sähkön tukkuhinta eli sys-

teemihinta muodostuu seuraavan vuorokauden jokaiselle tunnille Nord Pooliin saapuneista tarjouksista tarjouskäyrän ja vastaavasti ostotarjouksista kysyntäkäyrän perusteella. Systeemihinta toimii myös referenssihintana johdannaismarkkinoille. Sähkön tukkuhinta heijastuu viiveellä myös vähittäishintoihin [8, s. 9]. Tukkumarkkinoilla sähköenergian hinnan yksikkö on euroa per megawattitunti (€/MWh) ja vähittäismyynnin puolella yleensä senttiä per kilowattitunti (snt/kWh).

Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla sähkön tukkuhinta ei ole samanhintaista koko alueella kaiken aikaa. Eri hintojen syynä ovat ns. pullonkaulatilanteet eli tilanteet, jolloin siirtoverkon tarjolla oleva siirtokapasiteetti ei riitä tarvittavaan kulutustarpeeseen ja kaupankäyntiin. Niinpä markkina-alue on jaettu hinta-alueisiin. Tällä varmistetaan, että kunkin markkina-alueen aluehinta huomioi senhetkisen kapasiteetin; ylitarjonta-alueilla hinta laskee ja vastaavasti alituotantoalueilla nousee. Pohjoismaissa onkin käytössä aluehintamekanismi; sähköpörssissä lasketaan sekä systeemihinta koko alueella että aluehinnat siirtoverkkojen rajoituksista johtuen. Suomen alueen sähköenergian spot-hinta muodostuu siis koko pohjoismaisen sähkömarkkina-alueen yhteisestä systeemihinnasta (SYS) ja Suomen alueen aluehinnasta (FI tai HEL). [9, s. 11-12; 10, s. 26-27]

Fyysiset markkinat sisältävät lisäksi Elbas-, säätö- ja tasesähkömarkkinat. Nämä toimivat Elspot-kaupankäynnin jälkimarkkinapaikkana. Kaupankäynti on näillä jälkimarkkinoilla huomattavasti spot- ja johdannaismarkkinoita pienempää. Elbas-markkinoilla voidaan korjata edellisenä päivänä tehtyjä osto- tai myyntitilauksia seuraavalle tai seuraaville tunneille. Säätösähkömarkkinat ovat ensisijaisesti tarkoitettu poikkeustilanteiden hallintaan; jollei tilattu ja kulutettu sähkömäärä vastaa toisiaan, hoidetaan näiden erotus säätösähkömarkkinoilla. Säätösähköstä muodostuu sekä myyjille että ostajille lisäkustannuksia verrattuna tilanteeseen, jossa sähkön tarve olisi ennustettu oikein ja hankittu spotmarkkinoilta. Tasesähkömarkkinoilla tarkistetaan jälkikäteen tuotanto- sekä kulutusennusteet ja -toteutumat ja täsmätään erotukset. [9, s. 11-12; 10, s. 26-27; 11]



## 2.2 Johdannaismarkkinat

Jos asiakas haluaa varmistaa sähkönhintatasoaan, voi finanssimarkkinoilla johdannaissopimusten avulla suojata sähkönhinnan jopa vuosiksi. Johdannaissopimus on sopimus tulevasta toteutuvasta kaupasta, ja sillä varmistetaan sähkön osto- tai myyntihintaa tulevaisuudessa tuntikohtaisesti riippumatta siitä, millä tasolla sähkön sen hetkinen spot-hinta tulee olemaan. Tehty sopimus ja sen kaupan ehdot, jotka sisältävät sähköenergian yksikköhinnan, volyymin, toimitusajan ja -paikan, sitovat sekä ostajaa että myyjää. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla johdannaiskauppaa käydään Nasdaq OMX Commoditiesin finanssimarkkinoilla ja Nasdaq OMX toimii ostajien ja myyjien välissä, eikä osapuolilla ole tietoa vastaosapuolesta.

Nasdaq OMX vaatii kaupan osapuolilta vakuudet. Sähköpörssissä kaupankäynti ei synnytä näin vastapuoliriskiä. Johdannaiskauppaa on mahdollista käydä myös pörssin ulkopuolisilla, kahdenvälisillä OTC-markkinoilla (Over-the-Counter), jolloin ostaja ja myyjä sopivat kaupasta keskenään. Tällöin vastapuoliriski kasvaa, koska ostaja tai myyjä ei edellytä vakuuksia toiselta osapuolelta ja vastapuoli ei mahdollisesti kykenekään täyttämään sopimuksen velvoitteita. Vastapuoliriskiltä voi tässäkin tapauksessa suojautua käyttämällä selvitystaloa kauppojen selvitykseen. Tällöin selvitystalo NASDAQ OMX clearing house edellyttää osapuolilta vakuudet, jotka toimivat ns. panttina. Ongelmien ilmaantuessa vakuus käytetään korvaamaan syntyneitä vahinkoja. [12, s. 18]

Kauppaa käydään erilaisilla sopimuksilla. Tarjolla on mm. futuurisopimuksia, joita ovat päivä- ja viikkotuotteet sekä forward-sopimuksia, joita ovat kuukausi-, vuosineljännes- ja vuosituotteet. Johdannaissopimus on arvopaperi, jonka voi myydä myös eteenpäin. Johdannaisten hintoihin vaikuttavat markkinoiden odotukset tulevaisuuden hintatasosta kulloisenkin markkinatilanteen mukaan [13]. Lisäksi meneillään olevan spot-hinnan hintataso toimii referenssinä johdannaishinnoissa. Samoin kuin spot-hintoihin, vaikuttavat johdannaisten hintoihin pohjoismaisten vesivarastojen tilanne, sääennusteiden sade- ja lämpötilamuutosnäkymät, raaka-aineiden kuten öljyn ja hiilen hintakehitys sekä päästöoikeuksi-

en hintakehitys. Myös sähköntuotantolaitosten ja rajasiirtoyhteyksien käytettävyydellä on vaikutus johdannaisten hintakehitykseen. [14]

Finanssimarkkinoilla tehdyt kaupat eivät johda fyysiseen sähköntoimitukseen, eikä niitä myöskään kirjata ostajan tai myyjän sähkötaseeseen. Kauppaa käydään erilaisista finanssijohdannaisista, jotka toteutetaan nettoarvontilityksenä eli rahaselvityksenä. Nettoarvontilityksessä verrataan finanssijohdannaisen hintaa tunti tunnilta systeemihinnan spot-hintaan.

Johdannaiskaupan tarkoituksena on suojautua riskeiltä. Markkinoilla on voimakas riippuvuus sääoloista sekä kysynnän että tarjonnan puolella; kylmät ja kuivat sääolot lisäävät sähköenergian tarvetta ja toisaalta heikentävät sen saatavuutta. Lisäksi sähköä, toisin kuin useampia muita hyödykkeitä, on mahdotonta varastoida, joten kysynnän ja tarjonnan on kohdattava joka hetki. Myös sähkön markkinahinnan korkea volatilitteetti<sup>1</sup> luo tarvetta kassavirran hallinnalle finanssijohdannaisilla. Johdannaiskauppa toimii myös eräänlaisena vakuutuksena epäsuotuisan hintakehityksen varalta.

Myös aluehintaeroa vastaan voidaan suojautua aluehintajohdannaisilla, joita kutsutaan myös CfD-johdannaisiksi (lyhenne sanoista Contract for Difference) [15]. Hintaero tilitetään ostajalle ja myyjälle tunti tunnilta. Täydellinen suojautuminen johdannaisilla aluehintariskin huomioiden voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla:

1. Tarvittava tehomäärä suojataan forward-sopimuksella (vuosi-, vuosineljännes- ja/tai kuukausituotteilla).
2. Aluehintaero suojataan samalle tehomäärälle aluehintatuotteella.
3. Lopuksi suoritetaan fyysinen sähkönhankinta oman toimitusalueen aluehinnalla. [16, 17]

---

<sup>1</sup> volatilitteetti = Arvopaperin tai markkinan taipumus kurssivaihteluihin. Hyödykkeen hinnan muutoksia kuvaava luku. Volatilitteettia voidaan mitata esim. keskihajonnalla. [18]

### 2.2.1 Clearing ja nettoarvontilitys

Jokainen tehty kauppa tulee selvittää. Kauppojen selvityksestä vastaa selvitystalon toimiva NASDAQ OMX clearing house, joka toimii myös toimijoiden ai-noana vastapuolena. Selvitys eli netotus sopimusten välillä tapahtuu selvitystalo-ssa, joka vaatii toimijoilta vakuudet. Selvitystalo toimii jokaisen osapuolen kannalta puolueettomasti ja luottamuksellisesti. Selvitystalon tehtävänä on taata markkinoilla tehtyjen sopimusten noudattaminen; se dokumentoi kaupat, ottaa vastaan osapuolien vakuudet ja huolehtii osapuolien välisestä selvityksestä. Selvitystalossa selvitetään myös kahdenkeskisiä kauppia. Netotuksessa kah- den vastapuolen väliset saatavat ja velat kuitataan ja niiden nettomäärä laske- taan. [19]

Finanssimarkkinoilla sähkökaupan osapuolet tilittävät selvitystalon kautta toisil- leen varmistus- eli loppuhinnan ja johdannaiskaupan sopimushinnan erotuksen. Ostajaosapuolena voi toimia esimerkiksi myyntiyhtiö ja myyjäosapuolena on usein sähköntuottaja, esimerkiksi voimalaitos. Taulukossa 1 nähdään esimerkki kauppojen selvityksestä. Oletetaan, että halutaan suojata hintaa johdannaisilla. Kauppa on tehty systeemihintaisena finanssijohdannaisesta, joka tunnetaan myös SYS-johdannaisena, hintaan 35,00 €/MWh. Sähköenergian yksikköhinta on sovitun ajanjakson ajan sovitun hintainen joka ikinen tunti. Finanssijohdan- naisten hintaa verrataan systeemihinnan spot-hintaan suojatun ajanjakson to- teutumisen jälkeen ja hintaero tilitetään ostajalle tai myyjälle tunneittain taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1 . Esimerkki nettoarvontilityksestä systeemihinnoilla.

Tunti	SYS-johdannaisen hinta €/MWh	SPOT SYS hinta €/MWh	Myyjä maksaa ostajalle €/MWh	Ostaja maksaa myyjälle €/MWh
1	35,00	34,50	-	0,50
2	35,00	33,00	-	2,00
3	35,00	32,00	-	3,00
4	35,00	36,50	1,50	-
5	35,00	38,50	3,50	-
6	35,00	33,00	-	2,00

Aluehintaeroa voi suojata erillisillä aluehintajohdannaisilla. Oletetaan, että halutaan tehdä kauppaa myös aluehintasuojauksista. Kauppa on tehty Suomen hinta-alueen aluehintajohdannaisesta hintaan 2,10 €/MWh. Johdannaisen hinnan referenssinä toimii nettoarvontilityksessä Suomen hinta-alueen spot-hinnan ja systeemihinnan erotus. Hintaero tilitetään ostajalle tai myyjälle tunneittain taulukon 2 mukaan seuraavasti:

Taulukko 2. Esimerkki nettoarvontilityksestä aluehinnoilla.

Tunti	Aluejohdannaisen hinta €/MWh	SPOT SYS hinta €/MWh	SPOT FIN hinta €/MWh	Ero €/MWh	Myyjä maksaa ostajalle €/MWh	Ostaja maksaa myyjälle €/MWh
1	2,10	34,50	40,20	5,70	3,60	-
2	2,10	33,00	32,40	-0,60	-	2,70
3	2,10	32,00	27,50	-4,50	-	6,60
4	2,10	36,50	36,50	0,00	-	2,10
5	2,10	38,50	40,60	2,10	-	-
6	2,10	33,00	36,20	3,20	1,10	-

Sekä ostajat että myyjät käyttävät johdannaisia hinnanvarmistukseen. Johdannaismarkkinat toimivat riskinhallintavälineinä sähkön tuottajille, myyjille ja lopukäyttäjille. Lisäksi johdannaismarkkinat edistävät kaupallista toimintaa ja markkinoiden korkeaa likviditeettiä. Arvopaperimarkkinoiden likviditeetillä kuvataan arvopaperimarkkinoiden kykyä välittää suuria määriä kauppvoja nopeasti ja tehokkaasti ilman huomattavia hinnanmuutoksia [20]. [21, s. 10]

## 2.2.2 Johdannaisopimus ja fyysinen toimitus

Sähkömarkkinat käsittävät kolme täysin toisistaan riippumatonta osa-aluetta. Näitä jokaista voi harjoittaa ilman, että kahta muuta on mukana ollenkaan. Osa-alueet ovat

1. fyysinen sähkötoimitus, jota käydään, kun sopimuksen taustalla on lopukäyttäjä eli asiakas; kauppa johtaa aina fyysiseen sähkötoimitukseen ja kauppa käydään spot-markkinoilla spot-hinnoilla,
2. kauppa tuotannosta; tuotanto myydään fyysisenä sähkötoimituksena spot-markkinoilla spot-hinnoilla sekä
3. johdannaiskauppa.

Johdannaiskauppaa on mahdollista käydä ilman tuotannon tai loppukäyttäjien tarvitsemaa fyysistä kaupankäyntiä. Sekä ostajat että myyjät voivat käydä kauppaa johdannaismarkkinoilla ostamalla ja myymällä eri johdannaisia. Johdannaiskauppojen määrästä kertoo se, että esimerkiksi vuonna 2009 Nord Poolin fyysisten markkinoiden volyymi oli 288 terawattituntia (TWh) ja samaisena vuonna johdannaismarkkinoiden vaihto oli 1196 TWh. Näin ollen johdannaismarkkinoiden volyymi oli vuonna 2009 moninkertainen verrattuna fyysisen sähkötoimitukseen. Niinpä jokainen kulutettu sähköerä on ostettu ja myyty useita kertoja johdannaismarkkinoilla ennen fyysistä toimitusta. [16, 22]

Esimerkki johdannaisten käyttäytymisestä fyysisen markkinan rinnalla: Jos sähkönmyyntiyhtiö tekee ennen vuotta 2011 johdannaissuojauksen vuodelle 2011 Suomen alueelle 5 megawatin (MW) teholla hintaan 47,31 €/megawattitunti (€/MWh) seuraavasti ja vuonna 2011 toteutunut spot-hinta oli 49,31 €/MWh saisi myyntiyhtiö tästä suojauksesta nettoarvontilityksessä tuloa seuraavasti:

$$\begin{aligned}
 \text{nettoarvontilitys} &= (\text{Vuoden 2011 toteutunut spot-hinta} - \text{johdannaisen sopimushinta}) \times \text{johdannaisen sopimusvolyyymi} \times \text{vuoden tunnit} \\
 &= (49,31 \text{ €/MWh} - 47,31 \text{ €/MWh}) \times 5 \text{ MW} \times 8760 \text{ h} \\
 &= 2 \text{ €/MWh} \times 5 \text{ MW} \times 8760 \text{ h} \\
 &= + 87600 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Jos taas johdannaisen hinta olisi ollut 51,31 €/MWh, suojaus tuottaisi 87600 euron suuruisen laskun myyntiyhtiölle. Tässä tilanteessa johdannaiskauppa olisi myyntiyhtiölle tappiollinen.

Molemmissa tapauksissa loppuasiakasta varten hankittu fyysinen sähkö perustuu spot-hintaan 49,31 €/MWh. Sähkö asiakkaalle on kuitenkin hinnoiteltu ostetun johdannaisen mukaisesti. Lopputuloksena on, että johdannaisen nettoarvontilitys korjaa spot-kustannuksen ostetun johdannaisen hintatasolle ja näin myyjän riskit eliminoituvat. Sama laskenta pätee myyjä-osapuolella eli tuottajalla [16].

### 3 Hinnoitteluun vaikuttavat tekijät ja riskit

Sähköenergian myyntihinta muodostuu sähkön hankinnasta sekä sen myynnistä aiheutuvista kustannuksista. Tukkumarkkinahinnan lisäksi myyntihintaan sisältyy muun muassa hallintokustannukset sekä myynnin, hankinnan ja markkinoinnin kustannukset, kuten laskutuksesta, tasepalvelun mittauksista ja muusta asiakaspalvelusta aiheutuvat kustannukset. Useat sähkönmyyntiyhtiöt laskuttavat asiakasta jälkikäteisesti, ja tästä syntyy myyntiyhtiölle korkokuluja fyysisistä toimituksista. Aiheutuva korkokulu veloitetaan asiakkaalta, ja tämä lisätään asiakkaan sähköenergian loppuhintaan. Nasdaq OMX veloittaa myös kaupankäyntikuluja käydyistä kaupoista. Lisäksi Nord Pool ja Nasdaq OMX edellyttävät vakuuksien ylläpitämistä kauppojen osapuolilta vastapuoliriskin välttämiseksi. Myyntiyhtiölle aiheutuu jälkikäteislaskutuksen takia myös vastapuoliriski; jos asiakas ei maksakaan laskujaan, on myyjän kuitenkin hoidettava sähköntoimituksesta aiheutuneet kustannukset. Nämä huomioidaan myös asiakkaan sähkön hinnoittelussa. [23, 24, 14]

Liiketoiminnan tavoite on tuottaa voittoa. Niinpä myyntiyhtiöiden tarjoamaan markkinahintaan lisätään voittotavoite katteena. Myyntiyhtiö lisää markkinahintaan oman marginaalinsa, jolla liikevoitot ansaitaan. Eri myyjillä marginaalit muodostuvat eri tavoin ja näin eri myyjien hinnat poikkeavat hiukan toisistaan. [25]

Yksi oleellisimpia osia hinnoittelussa on asiakkaan epätasaisesta sähkönkäytöstä aiheutuvat profiili- ja volyyimiriskit, joita tutkitaan tässä työssä erilaisilla sähkönkäyttöpaikoilla. Sähköenergian epätasainen käyttö aiheuttaa sähkönkäyttöpaikalle profiili- ja volyymikustannuksia. Nämä kustannukset sisältyvät sähkön hankintakustannuksiin ja niihin tulisi varautua hinnoiteltaessa asiakkaan sähköenergian loppuhintaa. Työssä tutkitaan profiili- ja volyyimiriskistä aiheutuvia kustannuksia mallintamalla erilaisten pienkohteiden sähkönkäyttöjä tunti- ja vuositasolla. Työssä tutkitaan niin ikään profiili- ja volyymikustannusten sekä spot-hintojen vaihtelujen vaikutusta sähköenergian hinnoitteluun ja sähkökaupan kannattavuuteen.

Jos asiakkaalle tehdään sähkönhinnan suojauksia johdannaissopimuksilla, asiakkaan hinta sähkönkäyttöpaikalle muodostuu tehtyjen kauppojen mukaan seuraavasti:

$$\text{asiakkaan laskutushinta} = \text{systeemituotteen hinta} + \text{CfD-tuotteen hinta} + \text{myyntiyhtiön marginaali}$$

Hankintakustannukset asiakkaan sähkönkäyttöpaikan sähköenergialle puolestaan ovat:

$$\text{sähkönkäyttöpaikan hankintakustannukset} = \text{systeemituotteen hinta} + \text{CfD-tuotteen hinta} + \text{toteutunut profiilikustannus} + \text{toteutunut volyymikustannus}$$

Jollei myyntiyhtiö huomioi asiakkaan sähköenergian hankintakustannuksiin vaikuttavia profiili- ja volyymikustannuksia marginaalissaan, on sähkökaupan toiminta tappiollista. Myyntiyhtiön onkin pystyttävä hinnoittelemaan sekä asiakkaan profiili- että volyymiriski. Ne voivat sisältyä marginaaliin, mutta hinnoittelun voi toteuttaa myös seuraavasti:

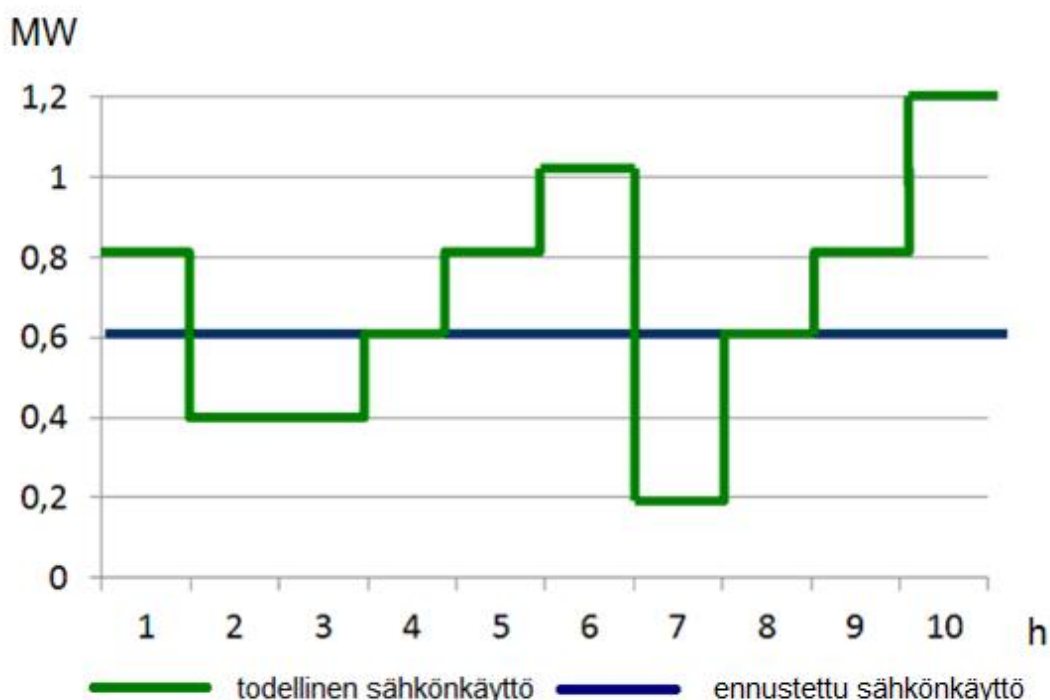
$$\text{asiakkaan laskutushinta} = \text{systeemituotteen hinta} + \text{CfD-tuotteen hinta} + \text{profiilikustannus} + \text{volyymikustannus} + \text{marginaali}$$

Tällöin profiili- ja volyymiriski siirtyy asiakkaalle.

Työssä tutkitaan mahdollisia hinnoittelumalleja huomioiden edellä mainitut seikat sähköenergiatuotteelle, jossa hinnoittelu perustuu spot-hintaan huomioiden sekä systeemihinnan että Suomen hinta-alueen aluehintaeron. Hinnoittelussa tutkitaan myös, voiko hinnoittelun toteuttaa johdannaisten ja nettoarvontilityksen avulla vai tuleeko hinnoittelun perustua suoraan spot-hintaan.

### 3.1 Profiiliriski

Asiakas ei todellisuudessa käytä sähköä sähkönmyyjän ennustamaa määrää ennustettuna tuntina, vaan todellinen sähkönkäyttö vaihtelee runsaasti vuorokauden aikana tunneittain. Myyntiyhtiö suojaa sähkönostot ennustamiensa sähkönkäyttöjen mukaan hyvinkin karkeasti; usein käytetään vuosineljännes- ja vuosijohdannaisia.



Kuvio 1. Profiiliriskin muodostuminen; asiakkaan todellisen sähkönkäytön käyttäytyminen tunti tunnilta verrattuna ennustettuun sähkönkäyttöön.

Kuviossa 1 nähdään, kuinka asiakkaan todellinen sähkönkäyttö voi poiketa ennustetusta sähkönkäytöstä, kun tarkastellaan näitä tunti tunnilta. Kuviossa 1 vaaka-akseli kertoo tunnit (h) ja pystyakseli sähkönkäytön tehon megawatteina (MW). Sininen kuvaa ennustettua sähkönkäyttöä, joka on tasainen 0,6 MW koko kymmenen tarkastelutunnin ajan. Vihreä kuvaa taas asiakkaan todellista sähkönkäyttöä, joka vaihtelee 0,2 ja 1,2 MW välillä.

Ennustettu sähkönkäyttö kertoo asiakkaan suojaustason. Jos asiakkaalle suojattaisiin sähkönhintaa johdannaisten avulla ennustetun sähkönkäytön tehon mukaan kuvion 1 tavoin 0,6 megawatin verran, on joillakin tunneilla suojattu liikaa ja vastaavasti joillakin tunneilla liian vähän. Tehdystä suojauksesta poik-

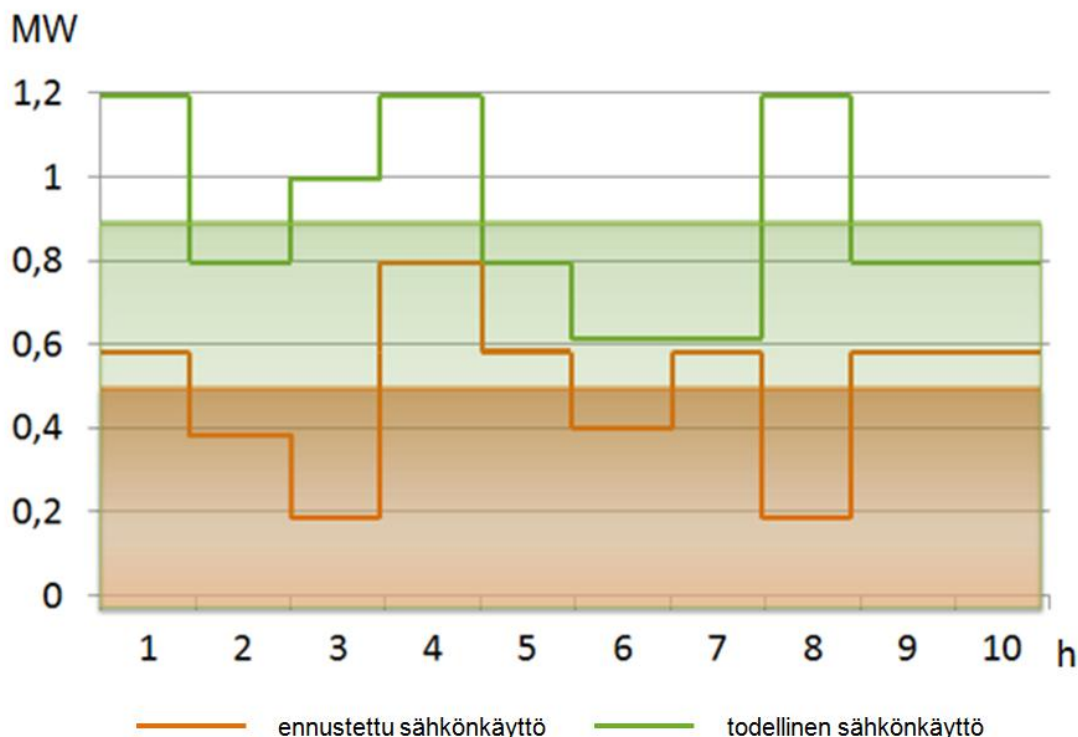


keava todellinen sähkönkäyttö aiheuttaa lopulliseen sähköntoimitukseen poikkeamia ja nämä on paikattava spot-markkinoilla. Näiden tuntien spot-hintaa ei voi kuitenkaan tietää etukäteen, ja asiakkaan sähkönhankinnan kustannukset voivat nousta korkeallekin. Toisaalta spot-hintojen ollessa alhaisia ja asiakkaan sähkönkäytön ollessa vähäistä, hankintakustannukset pienenevät.

Asiakkaan todellinen sähkönkäyttö on usein runsaampaa päiväsaikaan verrattuna yöhön. Tuolloin myös spot-markkinoiden hintataso on usein korkeammalla. Aiemmin mainitut poikkeamat nostavat näin ollen sähkönhankintakustannuksia. Jollei myyntiyhtiö huomioi asiakkaan sähkönkäytön vuorokauden sisällä tapahtuvia vaihteluita asiakkaan sähköenergian hinnoittelussa, voi asiakkaan kanssa sovittu hinta poiketa paljon sähkön hankintakustannuksista eikä sähkökauppa kannata. Tätä ennustetun sähkönkäytön suojaustason ja todellisen sähkönkäytön poikkeamaa kutsutaan profiiliriskiksi. Työssä tutkitaan vähittäismarkkinoiden asiakkaiden erilaisten sähkönkäyttöpaikkojen profiiliriskejä ja niistä aiheutuvia profiilikustannuksia. Profiilikustannus muodostuu tarkasteltavan sähkönkäyttöpaikan tuntikohtaisilla sähkönkäytöillä painotetun spot-hintojen keskiarvon sekä vastaavan vuoden spot-hintojen aritmeettisen keskiarvon erotuksesta. [16]

### **3.2 Volyymiriski**

Kun asiakkaan sähkönkäyttö ennustetaan ja sähkönhintatasoa suojataan johdannaisilla ennusteiden perusteella, on huomioitava myös volyymiriski. Volyymiriski syntyy, kun asiakkaan oletettu sähkönkäyttö poikkeaa määrällisesti asiakkaan todellisesta sähkönkäytöstä eli volyymi on eri suuri.



Kuvio 2. Volyymiriskin muodostuminen; asiakkaan todellisen sähkökäytön käyttäytyminen tunti tunnilta verrattuna ennustettuun sähkökäyttöön.

Kuviossa 2 oranssi viiva kuvaa asiakkaan ennustettua sähkökäyttöä ja oranssi alue ennustetusta sähkökäytöstä muodostuvaa suojaustasoa. Vaaka-akseli kertoo tarkasteltavan ajanjakson tunteina (h) ja pystyakseli sähkökäytön tehon megawatteina (MW). Vihreä viiva puolestaan on asiakkaan todellinen sähkökäyttö tuntitasoisena ja vihreä alue kuvaa siitä muodostuvan suojaustason. Tässä tapauksessa asiakkaan sähkökäyttö on arvioitu pienemmäksi kuin se todellisuudessa on. Suojaustaso on myös jäänyt liian alhaiseksi. Nyt asiakkaalle joudutaan ostamaan sähköä ennustettua enemmän spot-markkinoilta, mikä voi nostaa jälleen sähkönhankintakustannuksia. Toisaalta taas, jos asiakkaan ennustettua sähkökäyttöä kuvaisi vihreä viiva ja siitä muodostuvaa suojaustasoa vihreä alue sekä vastaavasti oranssiväri toteutunutta sähkökäyttöä ja suojaustasoa, olisi suojaustaso ja johdannaiskauppojen volyyymi asetettu liian korkeaksi. Volyymiriski ja siitä aiheutuvaa volyymikustannusta kuvaa ennustetun ja toteutuneen suojaustason ero.

Volyymiriskiinkin vaikuttaa sekä asiakkaan volyymimuutos että johdannaisten ja spot-hintojen hintataso. Jos tehtyjen kauppojen johdannaisten hinnoilla ja toteu-

tuneen spotin hinnoilla ei ole eroa, ei volyymimuutos vaikuta suuntaan tai toiseen. Jos taas toteutuneiden kauppojen ja spotin hinnoissa on eroja, alkaa volyymin muutoskin vaikuttaa volyymiriskin aiheuttamaan volyymikustannukseen.

Sähkönmyyjäyhtiöllä volyymiriskissä on neljä eri toteutuvaa skenaariota:

1. Sähkötalon volyymia on suojattu johdannaiskaupoilla liikaa eli ennustettu sähkönkäyttö on suurempi kuin toteutunut sähkönkäyttö. Asiakkaan sähköenergian hankintakustannuksiin sisältyy myös ylijäävän sähkön jälleenvyynti. Tilanteessa, jossa spot-hinta on joko
  - a. kalliimpi kuin johdannaisten hinta, myyjä saa voittoa ylimääräisen suojauksen nettoarvontilityksestä tai
  - b. halvempi kuin johdannaisten hinta, myyjä tekee tappiota ylimääräisen suojauksen nettoarvontilityksestä.
2. Sähkötalon volyymia on suojattu johdannaisilla liian vähän eli ennustettu sähkönkäyttö on pienempi kuin toteutunut sähkönkäyttö. Sähköä on ostettava pörssistä lisää tilanteessa, jossa spot-hinta on joko
  - a. kallis johdannaishintoihin verrattuna ja myyjä tekee tappiota joutuessaan ostamaan puuttuvan suojauksen verran sähköä kalliilla spot-hinnalla tai
  - b. halpa johdannaishintoihin verrattuna ja myyjä saa voittoa saadessaan ostaa puuttuvan suojauksen verran sähköä halvalla spot-hinnalla.

Asiakas ei maksa sähkölaskunsa yhteydessä fyysisen toimituksen aiheuttamia hankintakustannuksia, vaan yksinkertaisimmillaan ainoastaan sovittujen johdannaiskauppojen hinnoista ja myyntiyhtiön marginaalista lasketun sähköenergian yksikköhinnan ja käyttämänsä sähköenergian volyymin aiheuttaman kustannuksen.

Kuluttaja-asiakkaiden ennustetut sähkönkäytöt vaihtelevat rajustikin; vaihteluun vaikuttaa oleellisesti omat käyttötottumukset, mutta myös sääolosuhteet. Yleistynyt huoneistokohtainen ilmanvaihto kerrostaloissa sekä koneellinen ilmanvaihto, lattialämmityksen ja sekalämmitysjärjestelmien käyttö omakotitaloissa ovat lisänneet kotitaloussähkön käyttöä [26]. Edellä mainitun kaltaiset muutokset

sähkön kulutustottumuksissa lisäävät volyymierosta aiheutuvaa riskiä myyntiyhtiölle. Työssä tutkitaan volyymiriskiä ja siitä aiheutuvia volyymikustannuksia erityyppisillä sähkönkäyttöpaikoilla ja niiden muutoksien vaikutuksesta hinnoitteluun ja sähkökaupan kannattavuuteen.

### 3.3 Spot-hinnan riskit

Koska spot-hinta lasketaan kysynnän ja tarjonnan mukaan joka tunti, voi se vaihdella rajustikin. Hintaa ohjaavia tekijöitä ovat lyhyellä aikavälillä muun muassa sateiden määrä, lämpötilat ja kuluttajien odotettu sähkönkäyttö. Koska normaalivuotena vesivoima kattaa noin puolet koko pohjolan sähköenergian tarpeesta, heijastuu vesitilanne tukkusähkön hintaan [27, s. 18]. Lisäksi hintoihin vaikuttaa oleellisesti maiden välisien siirtoyhteysien toimivuus ja ns. pullonkaulat.

Myös hiilen, kaasun ja öljyn hintatasot sekä päästökauppa vaikuttavat osaltaan hintaan. Kun vesi- ja ydinvoima eivät riitä kattamaan kysyntää, katetaan sähkön tarvetta hiilivoimalla. Sen tuotantokustannuksiin vaikuttaa sekä polttoaineen eli hiilen hinta että päästöoikeuksien hintataso. Päästökauppa perustuu mahdollisuuden käydä kauppaa päästöoikeuksista siten, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään siellä, missä se on kustannustehokkainta. Päästökaupan tarkoituksena on, että päästökauppajärjestelmään kuuluvien toimialojen päästöt pysyisivät kansallisesti määritellyissä rajoissa rajoittamalla päästöjen syntymistä päästöoikeuksilla. Myös Venäjän, Saksan ja Puolan sähkömarkkinoiden kysyntä ja tarjonta vaikuttaa pohjoismaisilla markkinoilla spot-hintaan [28]. Lisäksi valuuttakurssien heilahtelut aiheuttavat valuuttariskin. [29; 30; 31; 27, s. 18]

Spot-hintojen riskeihin kuuluvat sekä riski systeemihinnoissa että aluehintaeroissa. Systeemihinnan keskiarvojen vaihtelu vaikuttaa vuositasolla suoraan vuositulokseen. Aluehintaero aiheuttaa myös riskiä, sillä Suomen aluehinta eroaa systeemihinnasta hyvin usein. Aluehintaero voi kasvaa rajustikin yksittäisinä huippukuorman tunteina talviaikaan. Esimerkki aluehintaeron vaikutuksesta Suomen hintatasoon on syystalvella 2011; Norjan hyvä vesitilanne ei päässyt

näkymään Suomen hintatasossa ongelmaksi muodostuneiden Norjan ja Ruotsin kantaverkkojen pullonkaulojen takia [32, s. 18]. [33]

#### **4 Tutkimusaineisto ja –menetelmät**

Työssä tutkitaan jo toteutuneita profiili- ja volyymikustannuksia eri sähkönkäyttöpaikoilla. Tarkasteluvuosiksi on valittu profiilikustannusten osalta 2002, 2007–2011 ja skenaario vuodesta 2015. Vuodet 2007–2011 on valittu tarkasteluun kertomaan toteutuneita profiilikustannuksia viimeisiltä vuosilta kattavasti hinnanvaihtelujen ja ulkolämpötilojen muutosten takia. Tarkastelussa tutkitaan myös toteutuneita profiilikustannuksia vuodelta 2002, jolloin spot-hinnat ovat olleet huomattavasti alhaisempia, ja oletettavasti myös syntyneet profiilikustannukset ovat olleet pienempiä. Vastaavasti toista ääripäätä tarkastellaan vuoden 2015 skenaariolla, jolloin hintojen odotetaan nousevan entisestään, ja nykyisellä sähkönkäytöllä tämä kasvattaisi profiilikustannuksia. Tarkasteluun valituilta vuosilta on otettu toteutuneet Suomen hinta-alueen spot-hinta-aikasarjat ja laskettu näiden ja sähkönkäyttöpaikkojen kuorma-aikasarjojen avulla toteutuneita profiilikustannusskenaarioita.

Profiilikustannuslaskentoihin vaikuttavat toteutuneet spot-hinnat sekä toteutunut sähkönkäyttö ja sen profiili. Suomen hinta-alueen spot-hinta muodostuu koko markkina-alueen yhteisen systeemihinnan ja Suomen aluehintaeron summasta. Hinnat ovat muodostuneet joka tunnille kysynnän ja tarjonnan mukaan. Lisäksi tarkasteluun tarvitaan tuntikohtaisia sähkönkäyttöjä eri kohteilta. Tarkastelussa mukana olevat kohteet on valittu siten, että mukana olisi mahdollisimman monipuolisesti erityyppisiä sähkönkäyttöpaikkoja. Mukana on sekä sähkölämmitteisiä että ei-sähkölämmitteisiä kohteita. Kohteiden sähkönkäytöt ovat tuntikohtaisia ja joko todellisia, lähes todellisia tai täysin mallinnettuja sähkönkäyttöjä.

Volyymikustannuslaskennoissa puolestaan tarkastellaan valittujen sähkönkäyttöpaikkojen vuotuisia sähkönkäyttöjä vuosilta 2007-2011 ja näistä aiheutuneita volyymikustannuksia vuosille 2008-2011. Ennen vuotta 2007 ei sähkönkäyttötietoja ole kattavasti saatavilla käyttöpaikoilta. Volyymikustannuslaskennoissa tarkastellaan sähkönkäyttöpaikkojen vuosikäyttöjä peräkkäisiltä vuosilta. Volyymi-

kustannuksen muodostumiseen vaikuttaa sekä sähkönkäytön volyymin muutos että toteutuneiden johdannaiskauppojen hintojen ja spot-hintojen ero. Tarkasteleissa käytetään toteutuneita Suomen hinta-alueen spot-hintoja sekä mahdollisia toteutuneita johdannaiskauppoja ja niiden hintoja.

Työ toteutetaan laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena. Aineiston valinnassa keskitytään sen laatuun, ei niinkään määrään. Aineistoon on valittu sähkönkäytöltään ja –profiililtaan erityyppisiä kohteita. Aineistoa valittaessa on kuitenkin huomioitu myös aineiston määrä siten, että sähkönkäytön profiililtaan samankaltaisia kohteita on useampia sellaisilla kohteilla, jotka koetaan erityisen merkityksellisinä. Tässä tapauksessa sähkölämmitteisiä kohteita on valittu useampia tarkasteluun, sillä suuri osa myyntiyhtiön myynnin kohteista on juuri sähkölämmitteisiä omakotitaloja. Lisäksi sähkölämmitteisten kohteiden sähkönkäytönprofiili on hyvin lämpötilariippuvainen ja näin kohteen koko ja lämmityksen tarve vaikuttaa oleellisesti myös syntyneisiin profiilikustannuksiin.

Sekä profiili- että volyymikustannuslaskennat toteutetaan taulukkolaskennoilla käyttäen toteutuneita sähkönkäyttöjä ja toteutuneita markkinahintoja. Laskentojen tuloksia esitetään sekä taulukoiden että kaavioiden avulla. Tulosten analysointi perustuu toteutuneiden profiili- ja volyymikustannusten tuloskaavioihin sekä spot-hinnan kehitykseen vaikuttaviin tekijöihin.

## **5 Profiili- ja volyymikustannusten muodostuminen**

Ennen kuin toimivaan hinnoittelua voi pohtia, on tutkittava tämän hetkistä tilannetta; millaisia profiili- ja volyymikustannuksia pienasiakkaiden sähkönkäyttöpaikat ovat aiheuttaneet. Tarkasteluun on valittu pienasiakkaiden sähkönkäytöltään erityyppisiä sähkökäyttöpaikkoja.

Profiilikustannustarkastelussa sähkönkäytöt ovat vuoden ajalta ja tuntitasoisia. Osassa kohteissa toteutuneiden sähkönkäyttöjen tuntiaikasarjat ovat puutteellisia, joten sähkönkäyttöjä on jouduttu mallintamaan täysiksi vuosiksi vuotuisen kulutusennusteen ja käyttöpaikkakohtaisesti valitun tyypillisen sähkönkäytön profiilin mukaan. Tuntiaikasarjoja on vasta harvoilta käyttöpaikoilta saatavilla ja

vain lyhyeltä ajalta johtuen vasta alkamassa olevista tuntirekisteröivien mittareiden vaihdoista [34]. Toteutuneet sähkönkäytöt tehdään lähtöaineistoksi ja niitä mallinnetaan maaliaineistoiksi eri vuosille.

Volyymikustannuslaskennoissa edellisvuoden vuosikäyttö toimii vuosiennusteenä ja seuraava vuosi toteutuneena vuosikäyttönä. Volyymiero syntyy vuosienusteen ja toteutuneen vuosikäytön erotuksesta. Volyymikustannus muodostuu volyymieron sekä johdannaisten energian yksikköhinnan ja toteutuneen spot-hinnan erotuksen yhtälöistä. Volyymikustannuksia laskettaessa käytetään johdannaistuotteista hintoja, jotka ovat olleet mahdollisten toteutuneiden johdannaiskauppojen hintoja sekä toteutuneiden spot-hintojen vuosikeskihintoja.

## **5.1 Profiilikustannusten muodostuminen**

Profiilikustannus muodostuu tarkasteluvuoden sähkönkäyttöpaikan sähkönkäytöllä painotetun spot-hintojen keskiarvon ja vastaavan vuoden spot-hintojen aritmeettisen keskiarvon erotuksesta. Tutkinnan kohteena on viisi sähkölämmitteistä omakotitaloa, joilla sähkönkäyttö vaihtelee 20000 kilowattitunnin molemmin puolin. Valittujen omakotitalojen vuotuinen sähkönkäytön profiili vastaa tyypillisen sähkölämmitteisen omakotitalon profiilia. Lisäksi tarkastellaan ei-sähkölämmitteisten rivi- tai kerrostaloasuntojen profiilikustannuksia. Tarkasteluun on otettu mukaan sekä sähkökiukaalla että ilman sähkökiuasta olevien kohteiden vuotuiset sähkönkäytöt. Myös tyypillisen vapaa-ajan kohteen toteutuneita profiilikustannuksia tutkitaan. Työssä on tutkittu lisäksi kahden erilaisen liikekiinteistön toteutuneita profiilikustannuksia.

Myös valtakunnallisessa käytössä olevat, Kauppa- ja teollisuusministeriön asettamat tyypikuormituskäyrät KTM1, KTM2 ja KTM3 ovat tarkastelussa mukana.

Tyypikuormituskäyrällä tarkoitetaan valtakunnallista laskentamallia, jonka avulla verkonhaltijan laatimasta edellisen vuoden sähkönkäyttöön perustuvasta vuosikäyttöarviosta lasketaan pienkäyttäjän tuntienenergia taseselvitykseen. [35, s. 2]

Tyypikuormituskäyrät jaetaan kolmeen ryhmään siten, että

1. KTM1 on vakituksena asuntona käytettävä sähkönkäyttöpaikka, jonka vuosikäyttö on enintään 10000 kWh,
2. KTM2 on vakituksena asuntona käytettävä sähkönkäyttöpaikka, jonka vuosikäyttö on yli 10000 kWh sekä
3. KTM3 on muu kuin ryhmään 1 tai 2 kuuluva sähkönkäyttöpaikka [35, s. 3].

Kun asiakkaan hinnoittelu ja laskutus on perustunut arvioihin ja ennusteisiin, on hinnanlaskuun käytetty tyypikuormituskäyriä. Tämän vuoksi toteutuneet profiilikustannukset tyypikuormituskäyrillä kiinnostavat ja niitä tutkitaan tässä työssä.

Profiilikustannustarkasteluun on otettu mukaan myös sähkönkäyttöpaikkoja, joilla suoran sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu. Sekä ilma- että maalämpöpumppu pienentää asiakkaan sähköenergian vuosikustannuksia. Työssä tutkitaankin, miten lämpöpumppu vaikuttaa myyntiyhtiön hankintakustannuksiin; ilmalämpöpumpun suorituskyky on verrannollinen ulkoilman lämpötilaan ja kun ulkolämpötila laskee alle -20 °C, on ilmalämpöpumpun suorituskyky huono [36]. Tällöin siis lämmitys tapahtuu suoraan sähköllä. Maalämpöpumppu puolestaan kattaa 60–100 % lämpötehtarpeesta kovilla pakkasilla riippuen siitä, onko lämpöpumppu mitoitettu täys- vai osateholle [37]. Jollei lämpöpumppu kata kaikkea tehtarpeesta, joudutaan lämmitys jälleen tuottamaan sähköllä.

Tarkastelussa kunkin kohteen todellista tai lähes todellista tuntikohtaista lähtöaineistoa mallinnetaan eri vuosien kalenterin mukaan siten, että viikonpäivät täsmäävät. Jos lähtöaineistossa vuoden ensimmäinen päivä on ollut maanantai,



saa maaliaineiston ensimmäinen maanantaipäivä vastaavan sähkönkäytön arvon. Näin ollen itse päivämäärä ei määrää maaliaineiston arvoa; taulukon 3 mukaisesti 2.1.2002 ei saakaan samaa arvoa kuin vuonna 2011 on 2.1. ollut vaan vastaavan viikonpäivän arvon.

Taulukko 3. Maaliaineiston viikonpäivätäsmäys lähtöaineistosta.

aikasarja, lähtöaineisto		Kuorma 1, W	aikasarja, maaliaineisto		Kuorma 1, W
5.1.2011 0:00	keskiviikko	2620	2.1.2002 0:00	keskiviikko	2620
5.1.2011 1:00	keskiviikko	2400	2.1.2002 1:00	keskiviikko	2400
5.1.2011 2:00	keskiviikko	2390	2.1.2002 2:00	keskiviikko	2390
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
6.1.2011 0:00	torstai	3300	3.1.2002 0:00	torstai	3300
6.1.2011 1:00	torstai	3320	3.1.2002 1:00	torstai	3320
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
7.1.2011 0:00	perjantai	3300	4.1.2002 0:00	perjantai	3300
8.1.2011 0:00	lauantai	3910	5.1.2002 0:00	lauantai	3910
9.1.2011 0:00	sunnuntai	3270	6.1.2002 0:00	sunnuntai	3300
10.1.2011 0:00	maanantai	3230	7.1.2002 0:00	maanantai	3230
11.1.2011 0:00	tiistai	3730	8.1.2002 0:00	tiistai	3730
jne.	jne.	jne.	jne.	jne.	jne.

Täsmäämällä kuormat viikonpäivien mukaan saadaan selville mahdollisimman todenmukainen sähkönkäyttö; sähkönkäyttö on samankaltaista arkipäivinä, jolloin päivät ollaan poissa kotoa ja illat kotona. Puolestaan viikonloppuisin on tapana olla enemmän kotona, mahdollisesti saunoakin. Nämä viikonpäivien sähkönkäytön vaihtelut tulee näkyä myös maaliaineistossa samalla tavoin kuin toteutuneessa lähtöaineistossa.

Lähtöaineistot on muokattu siten, että kesä- ja talviaikaan siirtymisiä ei huomioida. Kunkin vuoden maaliskuun kesäaikaan siirtymispäivälle on lisätty yksi tunti niin, että sähkönkäytön arvoksi on laskettu edellisen ja seuraavan tunnin keskiarvo. Myös jokaisesta lokakuun talviaikaan siirtymispäivästä on poistettu ylimääräinen tunti ja jäljelle jäävälle tunnille on sähkönkäytön arvoksi laskettu lähtöaineistosta poistetun tunnin ja jäljelle jäävän tunnin keskiarvo.

Tarkastelussa liikkuvia arkipyhiä ei huomioida, vaan niitä käsitellään normaaleina päivinä. Liikkumattomat arkipyhät ja arkipyhän kaltaiset päivät on jätetty tarkasteluun. Taulukossa 4 on lueteltu arkipyhät, jotka eivät liiku vuoden mukaan. Lähtöaineistossa liikkumattoman arkipyhän sähkönkäytön arvo kopioituu suoraan maaliaineiston vastaavalle päivämäärälle.

Taulukko 4. Liikkumattomat arkipyhät ja arkipyhien kaltaiset päivät.

1.1. Uudenvuodenpäivä	24.12. Jouluaatto
6.1. Loppiainen	25.12. Joulupäivä
1.5. Vappu	26.12. Tapanin päivä
6.12. Itsenäisyyspäivä	

Lisäksi kaikille tarkastelussa mukana olleille sähkönkäyttöpaikoille on tehty tulevaisuuden profiilikustannusskenaario vuodelle 2015. Sähkönkäytöt on mallinnettu samalla tavoin kuin muillekin tarkasteluvuosille. Vuodelle 2015 on arvioitu spot-hinnat siten, että ne olisivat vuoden 2010 spot-hinnat kaksinkertaisina. Arvioitu hinta perustuu vuosien mittaan noususuhdanteiseen spot-hinnan kehitykseen. Arvioituun hintaan vaikuttaa myös se, että oletettavasti tuulivoiman käyttö lisääntyy sähköenergian tuotannossa. Eduskunnan päätöksen [38] nojalla tuulivoimalat ja muut uusiutuvan energialähteen tuotantolaitokset ovat oikeutettuja syöttötariffijärjestelmään, jossa sähkön tuottajalle maksetaan määrääjän sähkön markkinahinnan tai päästöoikeuden hinnan perusteella muuttuvaa tukea, syöttötariffia. Lisääntyvä uusiutuvien energialähteiden käyttö tuotannossa voi nostaa sähkön hintaa.

### 5.1.1 Sähkölämmitteiset omakotitalot

Tarkasteluun on otettu mukaan viiden tyypillisen suoran sähkölämmitteisen omakotitalon tuntikohtainen sähkönkäyttö. Kohteiden vuotuinen sähkönkäyttö vaihtelee 20000 kilowattitunnin (kWh) molemmin puolin. Omakotitalojen kulutus jakautuu tyypillisen sähkölämmitteisen kohteen tavoin; talviaikaan sähkönkäyttöä on huomattavasti enemmän kesään verrattuna suoran sähkölämmityksen takia.

Kohteiden tuntirekisteröivät mittarit on vaihdettu huhtikuussa 2011 ja vasta tästä ajankohdasta alkaen on saatu sähkönkäyttötietoja tuntikohtaisina. Jokaisen tarkastelussa mukana olleen omakotitalon lähtöaineisto on vuoden 2011 todellisesta sähkönkäytöstä mukautettu tuntitasoinen data siten, että huhtikuusta 2011 alkaen data on todellisen käytön mukaista. Tammi-helmikuu 2011 on otettu vuoden 2012 todellisista käytöistä ja täsmätty viikonpäivien mukaan. Maaliskuu 2011 on mallinnettu vuoden 2011 marraskuun käytöistä käänteisesti siten, että viikonpäivät täsmäävät. Kulutustutkimukset ovat osoittaneet, että maaliskuu ja marraskuu vastaavat sähkönkäytön volyymiltään toisiaan.

### **5.1.2 Ei-sähkölämmitteiset rivi- ja kerrostalot**

Tarkastelussa on mukana sekä sähkökiukaalla että ilman sähkökiuasta oleva sähkönkäyttöpaikka, jossa ei ole sähkölämmitystä. Lähtöaineisto, jonka Suomen Sähkölaitosyhdistys Oy on tehnyt valtakunnallisen sähkönkäytön kuormitustutkimuksen myötä vuonna 1992, on vuodelta 1990. Lähtöaineistosta selviää tyypillisen ei-sähkölämmitteisen rivi- tai kerrostalokohteen vuotuinen sähkönkäyttö tuntitasolla.

Lähtöaineistossa ei-sähkökiukaalla olevan kohteen vuotuinen sähkönkäyttö on n. 3200 kWh. Tämä vastaa tyypillisen kolme henkisen rivi- tai kerrostaloasunnon vuotuista sähkönkäyttöä. Kohteen, jossa sähkökiuas on, vuotuinen sähkönkäyttö puolestaan on n. 3500 kWh.

### **5.1.3 Vapaa-ajan kohde**

Vapaa-ajan kohteen sähkönkäyttö keskittyy pääsääntöisesti välille toukokuu-syyskuu. Valitun lähtöaineiston sähkönkäyttö keskittyy pääsääntöisesti samalla aikavälillä. Lähtöaineistossa on mukana myös yksittäisiä viikonloppu- ja päiväkäyttöjä keväällä ja loppusyksyllä, jolloin kohteessa on vain käväisty. Vapaa-ajan kohteille tyypillistä on kesäaikainen sähkönkäyttö ja lämmitykseen ei kulu juurikaan sähköä, sillä kesäaikaan lämmitys vaatii vain pieniä tehoja ja lämmitys voi tapahtua myös muulla kuin sähköllä.

Tarkasteluun mukaan otetun kohteen vuotuinen sähkönkäyttö on n. 350 kWh, joka kattaa sähkölaitteiden käytön ja valaistuksen. Vuotuinen sähkönkäyttö on tyypillinen pienille vapaa-ajan kohteille.

#### **5.1.4 Liikekiinteistöt**

Mukaan on otettu pienet liikekiinteistökohteet, joista toisessa on käytössä kylmälaitteita, kuten viileäkaappeja ja pakastimia, ja toisessa ei. Kohde, jossa kylmälaitteita on, vastaa pienen lähikaupan vuotuista sähkönkäyttöä. Kylmälaitteet ovat päällä ympäri vuoden ja kesällä helteiden aikaan ne voivat vaatia enemmän sähkötehoa. Lähtöaineisto on vuoden 2011 vuotuinen todellinen sähkönkäyttö tuntitasoisena ja sitä on mallinnettu eri tarkasteluvuosille. Vuotuinen sähkönkäyttö on n. 281000 kWh.

Kohde, jossa kylmälaitteita ei ole, vastaa pienen liiketilan, kuten parturikampaamon tai vaateliikkeen sähkönkäyttöä. Sähkönkäyttö kohdistuu pääasiassa valaistukseen ja pienitehoisiin sähkölaitteisiin. Sähkönkäyttö keskittyy arkipäiville sekä päiväsaikaan, ja se on melko tasaista ympäri vuoden lämpötilasta riippumatta. Kuitenkin kesähelteiden aikaan kasvanut sähkönkäyttö kertoo lisäystä viilennyksestä; kohteessa on käytetty mahdollisesti useampaa tuuletinta helteiden aikana. Tuntitasoinen lähtöaineisto on vuodelta 2011 ja vuotuinen sähkönkäyttö on n. 58000 kWh.

#### **5.1.5 Lämpöpumppukohteet**

Sähkönkäyttöä on helpompi ennustaa kohteille, joissa on suora sähkölämmitys kuin kohteille, joissa suoran sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu. Lämpöpumpun toiminta on erittäin riippuvainen ulkolämpötilasta. Suorassa sähkölämmityksessä asiakkaan ennustetta tulevalle vuodelle voidaan arvioida pakkasennusteista melko tarkasti, sillä kovien pakkasten aikaan sähköntarve lämmitykseen lisääntyy. Lämpöpumput voivat taas lämmittää täydellä teholla esimerkiksi -20 pakkasasteeseen, minkä jälkeen lämmitys tapahtuu sähköllä. Jos pelkästään vuorokauden aikana ulkolämpötila vaihtelee -15 °C ja -25 °C välillä, ei lämmitykseen kuluvaa sähköä voida ennustaa tarkasti. Lämpöpumppujen

käyttö vaikeuttaa näin ollen koko vuoden sähkönkäytön ennusteiden laskemista.

Lämpöpumpun hyötysuhde riippuu myös paljon sen asennustavasta. Hyötysuhteen ollessa huono joudutaan lämmitykseen käyttämään huomattavasti enemmän sähköä. Myyntiyhtiö ei ensinnäkään tiedä asiakkaan käyttävän lämpöpumppua lämmitykseen sähkön rinnalla ellei asiakas tätä kerro. Myöskään hyötysuhteesta ei ole myyntiyhtiöllä tietoa. Sähkönkäytön ennusteita laskettaessa joudutaan arvaamaan hyvinkin paljon.

Oletettavasti lämpöpumppukohteiden profiilikustannukset ovat suurempia kuin suoran sähkölämmityksen kohteiden. Kohteen sähkönkäytön profiili sisältää lämpöpumpun hoitaessa lämmityksen kokonaan ainoastaan kotitaloussähkön, valaistukseen ja lämpöpumpun toimintaan tarvittavan sähkö. Kun lämpöpumpun suorituskyky heikkenee kovissa pakkaslukemissa, sähkönkäytön profiiliin tulee lämmitykseen kuluva sähköenergia mukaan. Vuotuisen sähkönkäytön profiili voikin olla hyvin eri muotoa kuin esimerkiksi suoran sähkölämmitysomakotitalon. Kovien pakkasten aikaan lämmitykseen tarvitaan enemmän sähköenergiaa kuin lämpiminä aikoina. Lisäksi pakkastuntien aikaan sähkön tukkuhinta on usein korkea, jolloin näiden lämmitykseen käytettyjen tuntien kustannukset voivat nousta korkealle.

Tarkasteluun on otettu mukaan kaksi omakotitaloa, joissa sähkölämmityksen lisäksi on ilmalämpöpumppu sekä yksi vapaa-ajan kohteen kaltainen sähkönkäyttöpaikka, jossa on myös ilmalämpöpumppu. Lisäksi tutkitaan kohteita, joissa sähkölämmityksen lisäksi on käytössä maalämpöpumppu. Vertailuun ei kuitenkaan löydetty tällaisia omakotitaloja, joilta saataisiin vuoden ajalta tuntikohtaista dataa sähkönkäytöstä. Näinpä tarkasteluun on valittu maalämpöinen julkinen kiinteistö sekä rivi- ja kerrostalokohteet, jossa maalämpöpumppuun kuluva sähköenergian mittaus on asunto-osakeyhtiön mittauksen takana. Näissä kohteissa maalämpö kattaa kaikkien asuntojen lämmityksen sekä yhteisten tilojen sähkönkäytön, mm. pihavalaistuksen. Lähtöaineistoina ovat vuoden 2011 toteutuneet tuntikohtaiset sähkönkäytöt. Profiilikustannus-skenaariot lasketaan vuosille 2002, 2007–2011 sekä 2015.

Lisäksi tarkastelussa tutkitaan omakotitalojen lämpöpumppujen vaikutusta profiilikustannukseen pakkas- ja hellekausina vuosina 2002 sekä 2007–2011. Tarkastelussa tutkitaan kahden omakotitalon, joissa sähkölämmityksen rinnalla on ilmalämpöpumppu, profiilikustannusten muodostumista väleille tammi-helmikuu, kesä-heinäkuu sekä marras-joulukuu, kukin omana tarkastelunaan. Kuomaaikasarjana käytetään näiden ajanjaksojen sähkönkäyttöä vuodelta 2011 mallintaen niitä eri tarkasteluvuosien pakkas- ja hellekausille huomioiden viikonpäivien täsmäyksen. Spot-hinta-aikasarjoina käytetään tammi-helmikuun, kesä-heinäkuun ja marras-joulukuun hinta-aikasarjoja. Vertailuna tutkitaan samaisilla ajanjaksoilla kolmen sähkölämmitteisen omakotitalon sekä ei-sähkölämmitteisten kohteiden aiheuttamia profiilikustannuksia. Tutkittavia ei-sähkölämmitteisiä kohteita ovat rivi- ja kerrostalokohteet, joista toisessa on sähkökiuas ja toisessa ei sekä liikekiinteistöt, joista toisessa on kylmälaitteita ja toisessa ei.

Oletuksena on, että kaikki kohteet aiheuttavat talvipakkasten aikaan suuremman profiilikustannuksen kuin kesäaikaan. Toisaalta viilennyksen takia helleaikoina sähkönkäyttö voi lisääntyä runsaasti, joka puolestaan voi nostaa profiilikustannuksia. Lämpöpumppukohteiden profiilikustannus on myös oletettavasti korkeampi kuin muilla kohteilla, mikä johtuu lämpöpumpun hyötysuhteen pienemisestä kovien pakkasten aikaan ja lisääntyvän sähkönkäytön seurauksesta. Tarkastelun tarkoituksena on tutkia, millaisia profiilikustannuksia pakkas- ja hellekaudet voivat aiheuttaa eri kohteille.

### **5.1.6 Tyypikuormituskäyrät 1, 2 ja 3**

Tyypikuormituskäyrät on tehty Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (Liite 1) pohjalta. Päätöksessä on annettu jokaiselle tyypikuormituskäyrälle tunti-kohtaiset arvot jokaiselle kuukaudelle huomioiden viikonpäivät ja arkipyhät. Tarkasteluun on tehty päätöksen mukaiset käyrät KTM1, KTM2 ja KTM3 siten, että liikkuvat arkipyhiä käsitellään normaalin arkipäivän mukaisesti. Lähtöaineistot on rakennettu päätöksen pohjalta vuodelle 2011 ja näitä mallinnetaan eri tarkasteluvuosille.

Päätöksen mukaan KTM2-tyyppikuormituskäyrä tulisi lämpötilakorjata jokaiselle tarkasteluvuodelle siten, että siltä osin kuin ulkolämpötila poikkeaa mallien perusteena käytetystä peruslämpötilasta, lisätään tuntienergiaa 4 prosenttia jokaista astetta kohti, jolla ulkolämpötila poikkeaa liitteen 1 taulukon peruslämpötilasta. Tämä on kuitenkin jätetty pois, ja lämpötilojen oletetaan olleen liitteen 1 taulukon peruslämpötilojen mukaisia.

Profiilikustannuslaskennoissa menneet vuodet tarkastellaan toteutuneilla spot-hinnoilla. Jokainen tunti saa siis kuorma-aikasarjasta kuorma-arvon watteina (W) ja spot-hintojen hinta-aikasarjasta hinta-arvon euroa per megawattitunteina (€/MWh). Lasketaan kunkin tunnin kustannus seuraavasti:

$$\text{kustannus (€)} = \text{kuorma (W)} \times \text{hinta (€/MWh)}$$

Taulukko 5. Esimerkki profiilikustannuksen muodostumisesta.

Vuosi 2002	
Spot 2002-hinnan keskiarvo, aritmeettinen, €/MWh:	27,27
Spot-hinnan kuormalla painotettu keskiarvo, €/MWh:	28,11
Profiilikustannus, €/MWh:	0,84

Vuosikäyttö, kWh
13132

Vuosikustannus, €
369,12

2002 vuoden keskilämpötila 3,9 °C			
	Kuorma 1, W	SPOT 2002, €/MWh	Kustannus, kuorma 1, €
1.1.2002 0:00	7630	22,97	0,175261
1.1.2002 1:00	3450	23,79	0,082076
1.1.2002 2:00	1550	23,24	0,036022
1.1.2002 3:00	2160	22,83	0,049313
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

Kun aritmeettinen spot-hintojen keskiarvo vähennetään spot-hintojen kuormalla painotetusta keskiarvosta, saadaan kyseessä olevan sähkönkäyttöpaikan tarkasteluvuoden profiilikustannus, kuten taulukosta 5 nähdään.

$$\text{profiilikustannus (€/MWh)} = \text{spot-hintojen kuormalla painotettu keskiarvo (€/MWh)} - \text{spot-hintojen aritmeettinen keskiarvo (€/MWh)}$$

Esimerkissä taulukko 5 erään kohteen vuoden 2002 profiilikustannus on ollut 0,84 €/MWh. Vähittäismyynnin hinnoittelun mukaan tämä vastaa arvoltaan 0,084 snt/kWh suuruista profiilikustannusta.

## 5.2 Volyymikustannusten muodostuminen

Volymikustannusskenaariot on toteutettu eri sähkönkäyttöpaikkojen vuotuisia sähkönkäyttöjä tutkien. Tarkastelussa on mukana kuusi sähkölämmitteistä omakotitaloa, kaksi rivi- tai kerrostalokohdetta, joissa on sähkökiuas sekä kaksi rivi- tai kerrostalokohdetta, joissa ei ole sähkökiuasta. Lisäksi tarkasteluun on otettu mukaan yksi vapaa-ajan kohde sekä useita liikekiinteistöjä. Liikekiinteistöt on eritelty sen mukaan, onko kohteessa kylmälaitteita vai ei. Omakotitalojen vuotuinen sähkönkäyttö vaihtelee 7000 ja 22000 kWh:n välillä. Rivi- ja kerrostalojen sähkönkäytöt ovat puolestaan 1500–3800 kWh:a.

Volymikustannuslaskennoissa tarkasteluvuoden sähkönkäyttöjä verrataan edellisvuoden sähkönkäyttöihin. Taulukossa 6 nähdään eräiden kahden sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuisen sähkönkäytön vaihtelua. Suuret muutokset sähkönkäytön volyymissa vaikuttavat oleellisesti hankintakustannuksiin. Tarkastelussa tutkitaan, millaisia volyymikustannuksia mukaan otettujen sähkönkäyttöpaikkojen vuotuiset sähkönkäytön vaihtelut ovat aiheuttaneet.

Taulukko 6. Esimerkki kohteen vuotuisen sähkönkäytön vaihtelusta.

ok-talo, sähkölämmitys				
aika	yksiaika	<u>vuosikäyttö,</u> <u>kWh</u>	muutos	
2007	18267	18267	2007–2008	5,36 %
2008	19246	19246	2008–2009	10,30 %
2009	21228	21228	2009–2010	– 3,75 %
2010	20431	20431	2010–2011	33,51 %
2011	27277	27277		
			muutos	
2007	12500	12500	2007–2008	35,84 %
2008	16980	16980	2008–2009	9,42 %
2009	18580	18580	2009–2010	5,60 %
2010	19620	19620	2010–2011	– 5,14 %
2011	18612	18612		



Kuten aiemmin on todettu, volyymikustannuksen muodostumiseen vaikuttaa oleellisesti toteutuneiden johdannaiskauppojen ja spot-hintojen ero. Jos hinnoissa ei ole eroa, ei volyymimuutoksella ole merkitystä. Jos taas hinnoilla on pienikin ero, volyymimuutoksen merkitys kasvaa. Taulukossa 7 nähdään erään sähkölämmitteisen omakotitalon volyymikustannuksien toteutumista eri vuosille.

Taulukko 7. Esimerkki volyymikustannusten muodostumisesta.

Ok-talo, sähkölämmitys, vuosikäyttö n. 21000 kWh				
aika	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011
Ennuste, kWh (edellisen vuoden vuosikäyttö)	18267	19246	21228	20431
Sys-hinnat, €/MWh	43,20	50,00	33,35	39,20
CfD-hinnat, €/MWh	0,65	1,70	0,94	1,18
Asiakkaan laskutushinta, €/MWh	43,85	51,70	34,29	40,38
Kustannus ennusteella, €	801,03	995,02	727,91	825,00
Vuoden todellinen kulutus, kWh	19246	21228	20431	27277
Volyyimuutos, kWh	979	1982	-797	6846
%	5,36 %	10,30 %	-3,75 %	33,51 %
Vuoden Spot-hinnan aritm. keskiarvo, €/MWh	51,02	36,98	56,64	49,30
Lisäenergian kustannus, €	49,93	73,29	-45,14	337,51
Asiakkaan myynninkustannus, € (asiakas maksaa)	843,94	1097,49	700,58	1101,45
Asiakkaan hankintakustannus, €	850,95	1068,31	682,77	1162,51
Erotus, €	7,01	-29,18	-17,81	61,07
Volyymikustannus, €/MWh	0,36	-1,37	-0,87	2,24

Volyymikustannus muodostuu siten, että ensin toteutuneista johdannaiskauppoista muodostuu asiakkaan laskutushinta. Kunkin vuoden toteutuneiden kauppohen hinnaksi on valittu todellisuudessa mahdollisen johdannaiskaupan hinta. Johdannaiskaupat on toteutettu seuraavan vuoden vuosituotteilla. Esimerkiksi vuonna 2007 on tehty kaupat vuoden 2008 vuosituotteesta. Hinnat ovat kunkin vuoden maaliskuun viimeiseltä kaupankäyntipäivältä. Valittujen johdannaiskauppojen hinnat ovat olleet ns. hintakuopassa eli vuosituotteiden hinnat seuraavalle vuodelle ovat olleet alhaisia verrattuna muina ajankohtina tehtyihin kauppoihin ja niiden hintoihin. Tällöin asiakkaat ovat kiinnostuneimpia tekemään kauppvoja ja samoin myyntiyhtiö pyrkii tekemään johdannaiskauppoja edullisien hintojen aikana.

Johdannaiskauppojen volyymina on käytetty ennustetta eli edellisvuoden vuosikäyttöä. Tarkasteluajankohtana 2007–2008 ennusteena on käytetty vuoden 2007 toteutunutta vuosikäyttöä. SYS- ja CfD-johdannaisten hinnat ovat vuoden 2008 vuosituohteiden hintoja, ja niiden kaupat ovat toteutuneet 30.3.2007 päivän hinnoilla.

Toteutuneista kaupoista eli johdannaisista saadaan asiakkaan laskutushinta; laskutushinta on SYS- ja CfD-johdannaishintojen summa. Näin ollen vuonna 2008 asiakkaan laskutushinta on ollut 43,85 €/MWh eli 4,385 snt/kWh. Muodostuneeseen laskutushintaan ei ole kuitenkaan huomioitu myyntiyhtiön marginaalia, jotta volyymikustannuksen merkitys näkyisi laskennassa selvimmin. Myyntiyhtiön marginaalilla pyritään kattamaan asiakkaan vaihtelevasta sähkönkäytöstä aiheutuvat profiili- ja volyymikustannukset.

Vuoden 2008 lopussa saadaan asiakkaan sähkönkäyttöpaikan todellinen sähkönkäyttö ja näin ollen volyyminmuutos ennusteen ja toteutuneen sähkönkäytön välillä. Esimerkissä sähkönkäyttöpaikan sähkönkäyttö on lisääntynyt vuodesta 2007 vuoteen 2008 5,36 %. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakkaan sähköenergian hinnanlaskuun käytetty volyymiennuste ei ole osunut aivan oikeaan. Asiakasta laskutetaan toteutuneiden johdannaiskauppojen hinnoilla ja toteutuneella volyyminilla. Esimerkissä asiakkaalta laskutettava osuus toteutuu seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{sähköenergian kustannukset asiakkaalle (€)} &= \text{johdannaiskaupoissa} \\ &\text{sovittu energian yksikköhinta (€/MWh)} \times \text{toteutunut volyymi (kWh)} \\ &= 43,85 \text{ €/MWh} \times 19246 \text{ kWh} \\ &\approx 843,94 \text{ €} \end{aligned}$$

Asiakkaan volyymimuutos aiheuttaa kuitenkin myyntiyhtiölle hankintakustannuksia lisää. Hankintakustannukset lasketaan seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{hankintakustannukset myyntiyhtiölle (€)} &= \text{johdannaiskaupoissa} \\ &\text{sovittu energian yksikköhinta (€/MWh)} \times \text{ennustettu volyymi (kWh)} + \\ &\text{toteutunut spot-hinta (€/MWh)} \times \text{volyyminero ennusteen ja toteutu-} \\ &\text{neen volyymin välillä (kWh)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 43,85 \text{ €/MWh} \times 18267 \text{ kWh} + 51,02 \text{ €/MWh} \times 979 \text{ kWh} \\
 &\approx 850,95 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Volyyminmuutos aiheuttaa siis tässä tapauksessa myyntiyhtiölle lisäkustannuksia 7,01 €:n verran.

$$\begin{aligned}
 &\text{volyyminmuutoksen aiheuttama lisäkustannus} = \text{hankintakustannukset (€)} - \text{sähköenergian kustannukset asiakkaalle (€)} \\
 &= 850,95 \text{ €} - 843,94 \text{ €} \\
 &= 7,01 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Kun lisäkustannuksen jakaa vielä toteutuneen kulutuksen volyymilla, saadaan asiakkaan sähkönkäyttöpaikan toteutunut volyymikustannus.

$$\begin{aligned}
 &\text{asiakkaan volyymikustannus} = \text{lisäkustannus (€)} / \text{toteutunut volyyymi (kWh)} \\
 &= 7,01 \text{ €} / 19246 \text{ kWh} \\
 &= 0,36 \text{ €/MWh}
 \end{aligned}$$

Esimerkin volyymikustannus ei ole vielä hälyttävän suuri, ja myyntiyhtiön asettama marginaali voi helposti kattaa tämän lisäkustannuksen. Kuitenkin taulukossa 7 nähdään esimerkkinä vuoden 2011 toteutunut volyymikustannus, joka on 2,24 €/MWh. Jollei myyntiyhtiö huomioi hinnoittelussaan tai marginaaliaan laskiessa mahdollisia volyymikustannuksia, voi kauppa aiheuttaa myyntiyhtiölle tappiota.

Toisaalta taulukon 7 esimerkissä nähdään, että volyymikustannus voi toisinaan olla myös negatiivinen. Tällöin asiakas maksaa myyntiyhtiölle enemmän käyttämästään sähköenergiasta kuin hankintakustannukset ovat ja tehty kauppa tuottaa myyntiyhtiölle voittoa. Kuitenkin vain neljän vuoden vertailukin osoittaa, että volyymikustannus voi vaihdella vuosittain suurestikin.

### 5.3 Lämpötilan ja sähkönkäytön korrelaatio

Työssä tutkitaan myös sähkönkäytön ja ulkolämpötilan korrelaatiota; onko kovilla pakkasilla tai helteillä vaikutus lisääntyvään sähkönkäyttöön. Korrelaatiolla tarkoitetaan kahden muuttujan välistä riippuvuutta, tässä tapauksessa ulkolämpötilan ja sähkönkäytön. Laskennoista saadaan korrelaatiokertoimia, jotka kertovat kahden aineiston välisestä riippuvuudesta toisiinsa. Erityisesti lämpöpumppukohteiden sähkönkäyttö ja ulkolämpötilan korrelaatio kiinnostavat. Työssä tutkitaan profiilikustannusskenaarioissa käytettyjen lämpöpumppukohteiden sekä kahden sähkölämmitteisen omakotitalon sähkönkäyttöä vuodelta 2011 sekä vuoden 2011 toteutuneita ulkolämpötiloja. Mitatut ulkolämpötila-arvot ovat Joensuun lentokentältä. Korrelaatiolaskentoja tehdään koko vuodelle sekä pakkas- ja hellejaksoille siten, että sähkönkäyttöjen ja ulkolämpötilojen korrelaatiota tutkitaan ajoilta tammi-helmikuu, kesä-heinäkuu ja marras-joulukuu. Lisäksi korrelaatiolaskentoja tehdään lämpötilojen mukaan. Laskennassa tutkitaan, onko sähkönkäytöillä ja vastaavan ajan ulkolämpötiloilla korrelaatiota silloin, kun ulkolämpötila on

1. ulkolämpötila  $\leq -25\text{ °C}$
2.  $-20\text{ °C} \geq$  ulkolämpötila  $> -25\text{ °C}$
3.  $-15\text{ °C} \geq$  ulkolämpötila  $> -20\text{ °C}$
4.  $0\text{ °C} \geq$  ulkolämpötila  $> -15\text{ °C}$
5.  $0\text{ °C} \leq$  ulkolämpötila  $< 15\text{ °C}$
6.  $15\text{ °C} \leq$  ulkolämpötila  $< 20\text{ °C}$
7.  $20\text{ °C} \leq$  ulkolämpötila  $< 25\text{ °C}$
8. ulkolämpötila  $\geq 25\text{ °C}$ .

Korrelaatiolaskennoissa tutkitaan kaikki vuoden tunnit, jolloin ulkolämpötila asettuu edelle oleviin rajauksiin, kukin omana laskelmanaan. Esimerkiksi korrelaatiolaskennassa, jossa tarkastellaan sähkönkäytön ja ulkolämpötilan korrelaatiota, jolloin ulkolämpötila on  $-15 - (-19.9)\text{ °C}$ , lasketaan mukaan jokainen tunti, jolloin ulkolämpötila on tuolla välillä ja tutkitaan korrelaatiota näiden tuntien ulkolämpötilojen ja vastaavien tuntien sähkönkäytön välillä.

Kovien pakkasten aikaan sähkönkäyttö lisääntyy. Tämän pitäisi näkyä sähkölämmitteisten omakotitalojen korrelaatiolaskennoissa; korrelaatiokertoimen tulisi olla lähellä -1, sillä kun ulkolämpötila-arvot pienenevät, sähkönkäytönarvojen tulisi kasvaa. Vaikka laskennoista saadaankin erilaisia korrelaatiokertoimia, ei yksin siihen voida luottaa, kun tutkitaan kahden muuttujan välistä riippuvuutta, sillä korrelaatio mittaa ainoastaan lineaarista riippuvuutta. Yleisesti korrelaatiokerroin on hyvin herkkä poikkeamille, mikä vaikuttaa oleellisesti lopputulokseen. Jollei poikkeamia huomioi ja etsi niille selitystä, antaa korrelaatiolaskenta virheellisen tuloksen. Lisäksi pienasiakkaiden sähkönkäyttöpaikoissa ulkolämpötilan vaikutus on huomattavasti pienempi sähkönkäyttöihin kuin esimerkiksi kuormanohjauksilla. Niinpä korrelaatiolaskennoista saadaan vain arvioita ja suuntaviivoja, kun tutkitaan ulkolämpötilan ja sähkönkäyttöpaikkojen sähkönkäyttöjen välistä riippuvuutta toisiinsa.

## 6 Tulokset

Profiili- ja volyymikustannustarkastelut osoittavat, että eri sähkönkäyttöpaikkojen profiili- ja volyymikustannukset voivat vaihdella vuodesta toiseen rajustikin. Kustannukset vaihtelevat sekä käyttöpaikkakohtaisesti että vuosikohtaisesti. Sekä profiili- että volyymikustannuslaskentojen tulokset esitetään liitteenä olevien tuloskaavioiden avulla. Tuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä analysoidaan ja niistä etsitään sähköenergian hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Koska profiili- ja volyymikustannustarkasteluihin ei ole pystytty valitsemaan samoja sähkönkäyttöpaikkoja, ei kustannuksia voida suoraan laskea tietyille kohteille yhteen. Niinpä ei voida myöskään olettaa, että kyseessä olevan sähkönkäyttöpaikan aiheuttamat kustannukset ovat eri kustannuslaskentojen tuloksien summa. Tarkastelun tulokset antavat arvioita siihen, millaisia kustannuksia tarkastelussa mukana olleiden kohteiden kaltaiset sähkönkäyttöpaikat ovat voineet aiheuttaa ja voivat aiheuttaa jatkossa. Tarkoituksena onkin antaa suuntaviivoja sille, kuinka hinnoittelumalleja on uusittava, jotta sähkökauppa kannattaa tulevaisuudessa.

## 6.1 Profiilikustannukset

Profiilikustannustarkasteluissa nähdään, että sähkönkäytönprofiililtaan erilaisten käyttöpaikkojen kustannukset vaihtelevat vuoden sisällä paljon. Syynä on sähkönkäytönprofiili ja Suomen hinta-alueen toteutuneiden spot-hintojen vaihtelu. Jos valtaosa sähkönkäytöstä painottuu kalliiden tuntien ajalle, nousevat profiilikustannukset. Toisaalta taas, jos sähkönkäyttöä on paljon halvoilla tunneilla ja vähemmän kalliiseen aikaan, jää profiilikustannus alhaiseksi, jopa negatiiviseksi.

Profiilikustannustarkastelun tuloksia tarkastellaan ensin vuosi vuodelta siten, että kussakin liitteen 2 tuloskaaviossa on mukana jokainen tarkastelussa mukana ollut sähkönkäyttöpaikka. Tulosten tarkoituksena on näyttää, ovatko samankaltaiset sähkönkäyttöpaikat aiheuttaneet samansuuruisia profiilikustannuksia vuoden aikana. Lisäksi tutkitaan, mitä erikoista kussakin vuodessa on ja pyritään löytämään yleisiä tekijöitä aiheutuneille profiilikustannuksille.

Lisäksi tuloksia tarkastellaan kohteiden mukaan. Tuloksista tutkitaan ja analysoidaan eri kohteiden aiheuttamia profiilikustannuksia koko tarkasteluajanjakson ajalta ja pyritään löytämään selittäviä tekijöitä näille. Liitteessä 3 tuloskaavioissa 1-3 on kuvattu eri kohteiden aiheuttamia profiilikustannuksia koko tarkasteluajanjakson ajalle. Tulostarkasteluiden tuloskaavioihin on rajattu kohteet niin, että tuloksia voidaan verrata keskenään; esimerkiksi sähkönkäytöltään samankaltaiset kohteet ovat rinnakkain.

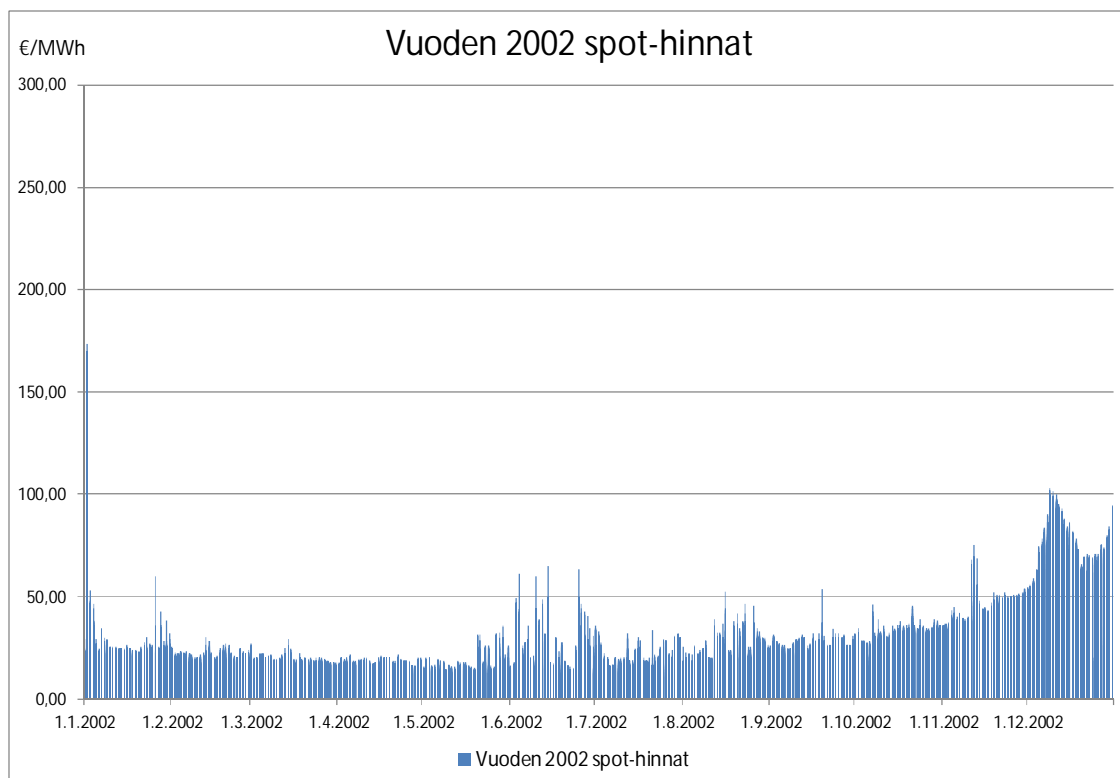
### 6.1.1 Eri vuosien aiheuttamat profiilikustannukset kohteille

Liitteen 2 tuloskaaviossa 1-7 nähdään kaikkien tarkastelussa mukana olleiden sähkönkäyttöpaikkojen aiheuttamia profiilikustannuksia vuosille 2002, 2007–2011 ja 2015. Jokaisessa tuloskaaviossa kunkin sähkönkäyttöpaikan väri ja järjestys kaaviossa ovat aina samat. Tuloksista pyritään löytämään aiheutuneiden profiilikustannusten syitä kullekin vuodelle spot-hinnan vaihteluiden ja toteutuneiden sähkönkäytön profiilien avulla.

## Vuosi 2002

Liitteen 2 tuloskaaviossa 1 nähdään kaikkien sähkönkäyttöpaikkojen toteutuneet profiilikustannukset vuodelle 2002. Lukuun ottamatta vapaa-ajan kohdetta kaikki tarkastelussa mukana olleet sähkönkäyttöpaikat ovat aiheuttaneet profiilikustannuksia. Toteutuneet profiilikustannukset ovat näillä kohteilla nollan ja 2,35 €/MWh välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että sekä koko vuoden ajalla että vuorokauden sisällä tapahtunut sähkönkäytön vaihtelu on aiheuttanut myyntiyhtiölle sähkönhankinnassa hieman lisäkustannuksia. Ainoastaan vapaa-ajan kohde, jonka toteutunut profiilikustannus on tuona vuonna ollut -7,32 €/MWh, on tuottanut voittoa myyntiyhtiölle; asiakkaan laskutushinta on ollut suurempi kuin profiilikustannuksista aiheutuneet kulut.

Vapaa-ajan kohteen hyvin alhainen profiilikustannus selittyy sillä, että kohteen sähkönkäyttö painottuu kesäajalle ja sähkönkäyttöön sisältyy pääasiassa valaistusta ja pienitehoisia sähkölaitteita. Kaaviossa 1 nähdään vuoden 2002 spot-hinnan kehitys. Spot-hinnat ovat olleet melko tasaisia koko vuoden yhtä hintapiikkiä lukuun ottamatta. Kalleimmat tunnit (tunnin hinta kalliimpi kuin 60,00 €/MWh) keskittyvät jouluihin ja tammikuulle, jolloin vapaa-ajan kohteessa ei ole sähkönkäyttöä ollenkaan tai sitä on vain yksittäisiä tunteja. Toisinaan vuoden keskihintaa kalliimpia tunteja on myös kesän ajalla kesä-heinäkuussa. Lisäksi vapaa-ajan kohteen sähkönkäytön profiili aiheuttaa sen, että spot-hintojen ollessa kalliimpia nousee spot-hinnan aritmeettinen keskiarvo, mutta sähkönkäyttöpaikan kustannukset ja spot-hinnan kuormalla painotettu keskiarvo ei.



Kaavio 1. Vuoden 2002 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Vuonna 2002 spot-hinnan vuosikeskiarvo on ollut huomattavasti alhaisempi kuin edellisinä viitenä vuotena. Taulukossa 8 nähdään tarkasteluvuosien spot-hintojen vuosikeskiarvot. Vuonna 2002 spot-hinnan vuosikeskiarvo on ollut 27,27 €/MWh. Tämä selittää osaltaan hillitylle tasolle jääviä toteutuneita profiilikustannuksia.



Taulukko 8. Toteutuneiden spot-hintojen aritmeettinen vuosikeskiarvo.

vuosi	Spot-hinnan aritmeettinen keskiarvo, €/MWh
2002	27,27
2007	30,01
2008	51,02
2009	36,98
2010	56,64
2011	49,31
2015	113,26 (skenaario)

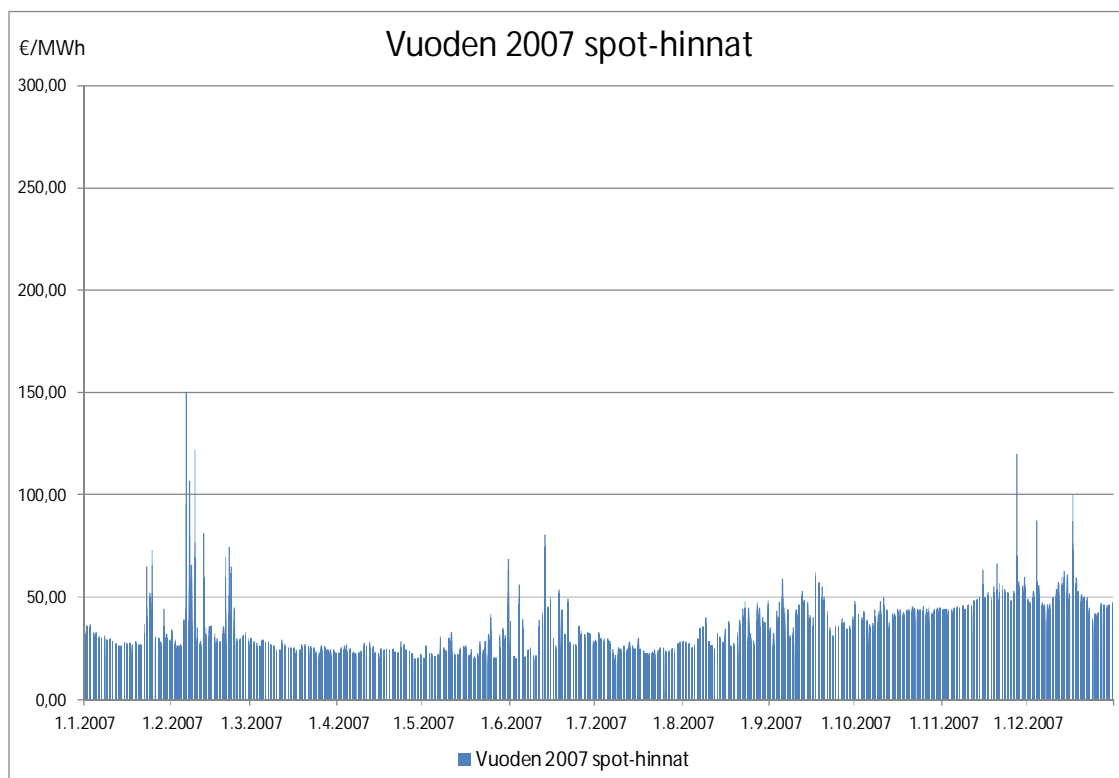
Kohteet, joissa on suora sähkölämmitys, sähkönkäyttö on lämpötilariippuvaa. Näin ollen kovimmat kulutukset painottuvat talviajalle. Koska spot-hinnat ovat olleet maltillisia tammi-maaliskuu aikana, eivät edes tällaisten kohteiden profiilikustannukset ole nousseet hurjasti. Tammikuun hintapiikit ovat vain muutaman tunnin mittaisia ja sijoittuvat iltapäivälle, jolloin sähkönkäyttö ei lisäännä kotitaloussähkön takia. Loppuvuoden nousujohteinen hinnankkehitys kertoo kuitenkin sen, että sähkölämmitteisten kohteiden profiilikustannus on hieman korkeampi kuin ei-sähkölämmitteisten. Toisaalta taulukosta 9 nähdään, että vuonna 2002 vuoden keskilämpötila on huomattavasti seuraavia vuosia alhaisempi. Talvipakkaset eivät ole olleet hurjia, joten lämmitys ei vaadi lisäenergiaa.

Taulukko 9. Tarkastelussa mukana olleiden vuosien keskilämpötilat.

vuosi	Vuoden keskilämpötila, °C
2002	3,9
2007	4,7
2008	4,8
2009	3,6
2010	1,5 (kylmin)
2011	5,0 (lämpimin)

## Vuosi 2007

Liitteen 2 tuloskaaviossa 2 nähdään vuonna 2007 toteutuneet profiilikustannukset kaikille tarkastelukohteille. Tulos on samankaltainen kuin vuonna 2002: vapaa-ajan kohdetta lukuun ottamatta kaikki kohteet aiheuttavat positiivisia profiilikustannuksia. Skaala on kuitenkin hillitympi, mikä selittyy sillä, että vuoden 2007 spot-hinta on ollut tasaisempi läpi vuoden. Kaaviossa 2 nähdään, että talviaikaan spot-hinta ei nouse huomattavasti kesäaikaan verrattuna. Toisaalta hintapiikkejä on enemmän, mutta ne ovat myös hillitympiä vuoteen 2002 verrattuna.

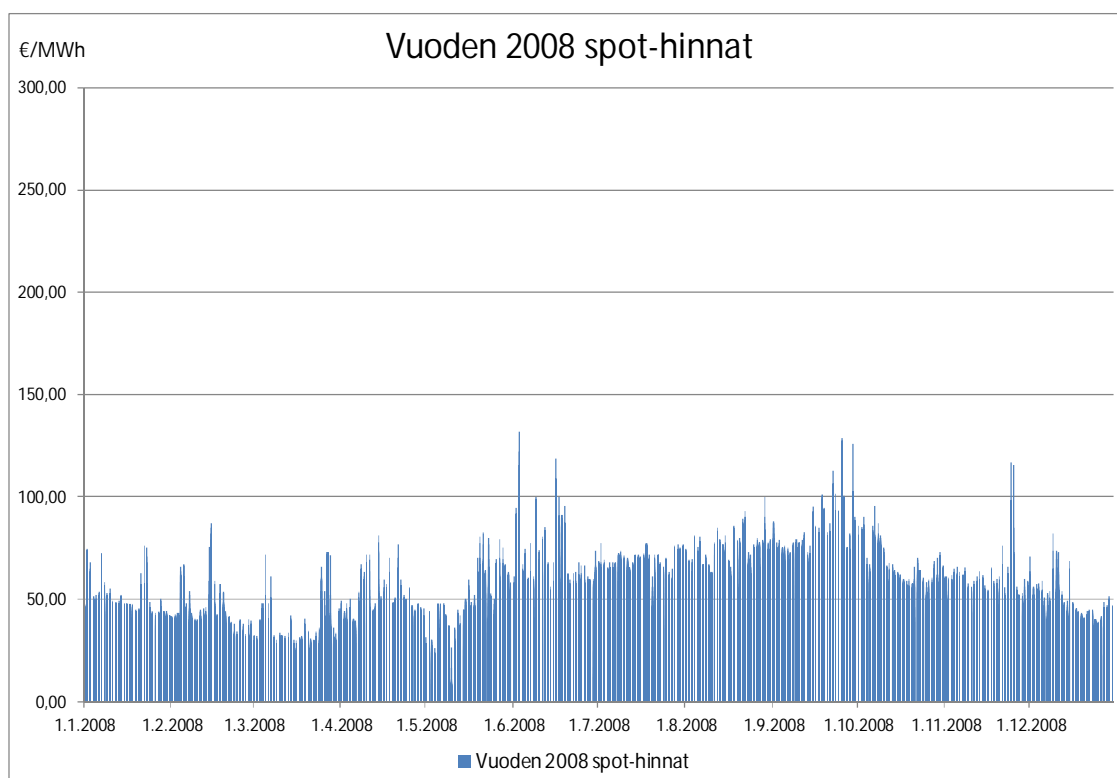


Kaavio 2. Vuoden 2007 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Taulukosta 9 nähdään, että vuosi 2007 on ollut vuotta 2002 kylmempi, mutta spot-hinnat vastaavasti ovat huomattavasti halvempia tuohon aikaan. Lämmityskustannukset ovat siis pienemmällä tasolla. Ainoat kalliit tunnit sijoittuvat helmi- ja joulukuulle. Kalliita tunteja (tunnin hinta kalliimpi kuin 60,00 €/MWh) on vain murto-osan siitä, mitä vuonna 2002 oli. Tämä selittää sen, että sähkölämmityksen ja ei-sähkölämmityksen aiheuttama ero profiilikustannuksissa on pienentynyt vuonna 2007 vuodesta 2002.

## Vuosi 2008

Liitteen 2 tuloskaaviosta 3 nähdään, että vuonna 2008 sähkönkäyttöpaikkojen toteutuneet profiilikustannukset poikkeavat huomattavasti edellisvuosista. Ne kohteet, jotka aiempina vuosina ovat pääsääntöisesti aiheuttaneet positiivisia profiilikustannuksia, toteuttavatkin vuonna 2008 negatiivisia profiilikustannuksia. Kaaviossa 3 nähdään, että vuonna 2008 kesäaikaan on ollut korkeampia spot-hintoja kuin talviaikaan. Syy kesän korkeisiin spot-hintoihin löytyy Norjasta: Oslo-vuonon alittavan kaapelinipun, jolla on keskeinen rooli Norjan ja Ruotsin välisessä kantaverkkosiirrossa, kaksi kaapelia katkesi maaliskuu- ja huhtikuussa. Tämä aiheutti sen, että vaikka Norjan runsasvetinen kesä laski markkinoiden systeemihinnan alas, aluehinnat nousivat Ruotsissa ja Suomessa. Halpaa vesivoimalla tuotettua sähköä ei saatu siirretty kaapelirikon takia Ruotsiin tai Suomeen. Niinpä tarvittava sähköenergia oli saatava mm. hiililauhteella tuotetusta energiälähteestä. Huipussaan olleet kivihiilen hinnat nostivat näin entisestään Suomen aluehintaa. Kaapeliyhteys Oslon-vuonolla saatiin korjattua lokakuussa 2008, jolloin Suomen hinta-alueen spot-hinta lähti laskuun. [39]



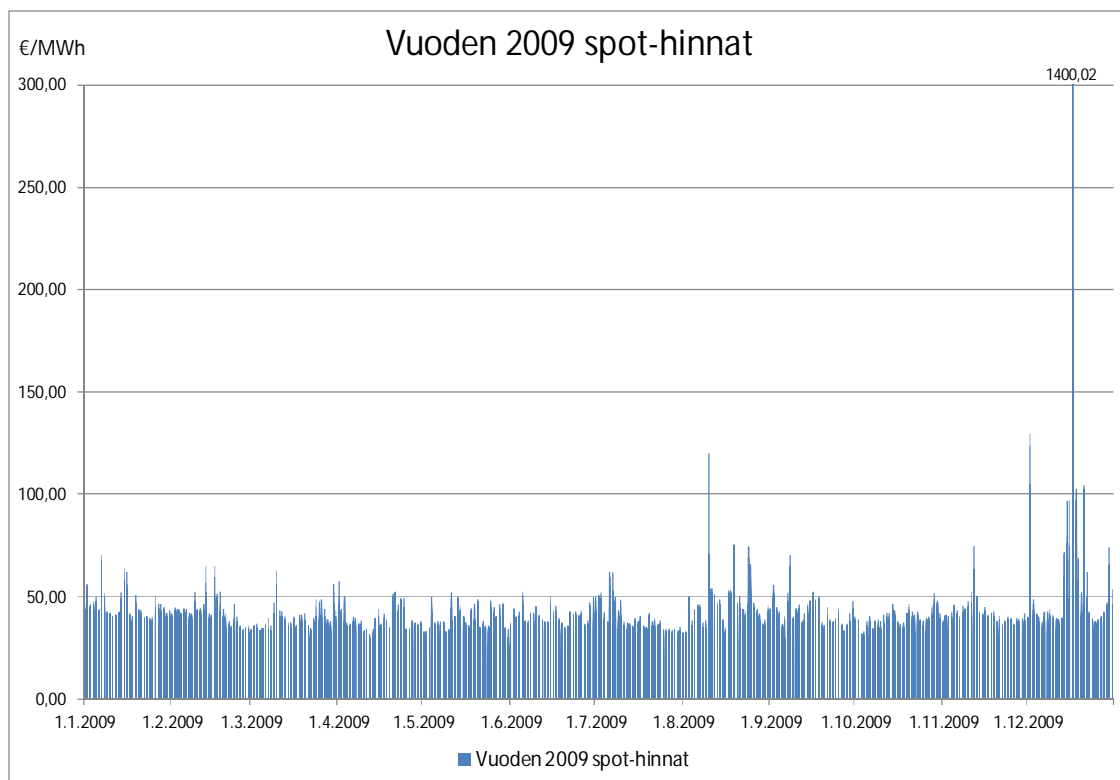
Kaavio 3. Vuoden 2008 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Vuoden 2008 toteutuneisiin profiilikustannuksiin epätavallinen hinnankehitys vaikutti siten, että tavallisesti profiilikustannuksia aiheuttaneet kohteet aiheuttivatkin negatiivisen profiilikustannuksen. Tähän vaikuttaa osaltaan toteutuneet spot-hinnat ja osaltaan se, että useimpien kohteiden sähkökäyttö painottuu talviaikaan: tässä tapauksessa siis vuoden halvimpaan aikaan. Liitteen 2 tuloskaaviossa 3 nähdään, että vapaa-ajan kohde sekä liikekiinteistöt ovat aiheuttaneet korkeimmat profiilikustannukset. Tämä selittyy sillä, että vapaa-ajan kohteen käyttö painottuu kesäaikaan, jolloin vuonna 2008 hinnat ovat olleet talviaikaa korkeammalla. Liikekiinteistöissä puolestaan on jouduttu käyttämään kesäaikaan enemmän jäähdytystä kylmälaitteissa sekä ilmastoinnissa. Lisäksi on jouduttu käyttämään mahdollisesti jopa ylimääräisiä tuulettimia viilennykseen. Lisääntynyt sähkönkäyttö kalliiden spot-hintojen aikaan nostaa profiilikustannuksia. Vastaavasti muilla kohteilla lämmitykseen ja valaistukseen käytettävä sähköenergia on vähentynyt tai poistunut kokonaan kesän aikana. Näillä kohteilla profiilikustannus pienenee.

Vaikka vuoden 2008 spot-hintojen vuotuinen keskiarvo on verrattain korkea, ei se nosta negatiivisia profiilikustannuksia edes nolleen. Vuoden spot-hinnat ovatkin olleet hyvin tasaisia. Korkeita huippuarvoja hinnoissa ei ole, mutta ei erittäin alhaisiakaan. Maltillisesti käyttäytyvä spot-hinta on profiilikustannusten kannalta parempi kuin suuret vaihtelut.

## **Vuosi 2009**

Vuonna 2009 tarkastelun kohteiden aiheuttamat profiilikustannukset ovat samaa luokkaa vuoden 2007 vastaavien kanssa. Liitteen 2 tuloskaaviossa 4 nähdään toteutuneet profiilikustannukset vuodelle 2009. Verrattuna vuoteen 2007 usean kohteen profiilikustannus on noussut hieman. Tämän selittää spot-hinnan vuotuisen aritmeettisen keskiarvon nousu. Kaaviossa 4 nähdään vuoden 2009 toteutuneet spot-hinnat Suomen hinta-alueella.

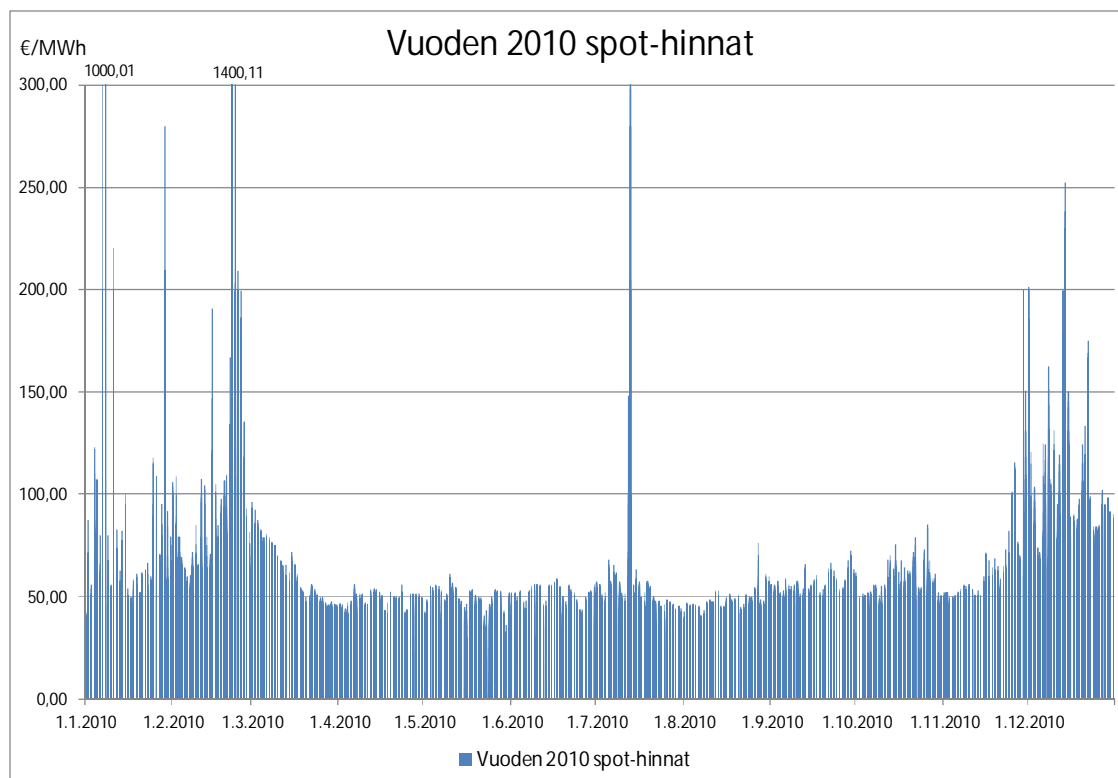


Kaavio 4. Vuoden 2009 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Lisäksi vuonna 2009 spot-hinnoissa on toteutunut hyvin kalliita tunteja joulukuun aikana. Tuolloin myös sähkönkäyttö on suurempaa kesäaikaan verrattuna lämmityksen ja valaistuksen takia. Toisaalta alkuvuoden maltilliset spot-hinnat pitävät jopa sähkölämmitteisten kohteiden profiilikustannukset hillityissä rajoissa.

## Vuosi 2010

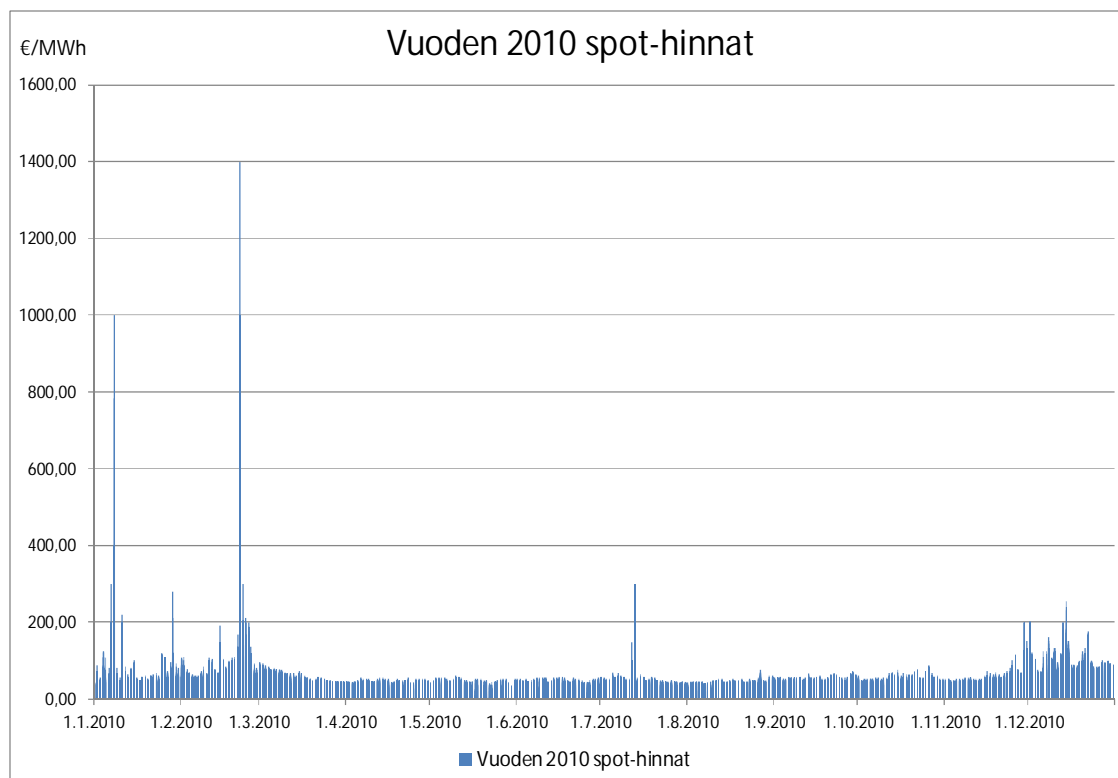
Kaaviosta 5 nähdään, että vuonna 2010 spot-hinnat lähtivät nousuun vuoden alussa. Koko vuoden spot-hinnan keskiarvo on korkeammalla muihin tarkasteluvuosiin verrattuna, kuten taulukosta 8 havaitaan. Lisäksi vuosi 2010 on kylmin vuosi keskilämpötilaltaan tarkasteluvuosista. Pelkästään jo nämä toteamat riittävät kertomaan liitteen 2 tuloskaavion 5 toteutuneista profiilikustannuksista.



Kaavio 5. Vuoden 2010 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Vuonna 2010 vapaa-ajan kohdetta lukuun ottamatta alhaisimmat profiilikustannukset aiheuttavat ei-sähkölämmitteiset rivi- ja kerrostaloasunnot. Tämä perustuu edellä mainittuihin seikkoihin. Myös omakotitalo, jossa sähkölämmityksen rinnalla on ilmalämpöpumppu, aiheuttaa verrattain alhaisemman profiilikustannuksen. Tämä johtuu siitä, että kohteen sähkönkäyttö on kuormanohjauksen ansiosta alhaisempaa huippuhintaisten tuntien aikaan. Lisäksi lämmitykseen kuluu vähemmän sähköenergiaa ilmalämpöpumpun ansiosta lievien pakkasten aikaan.

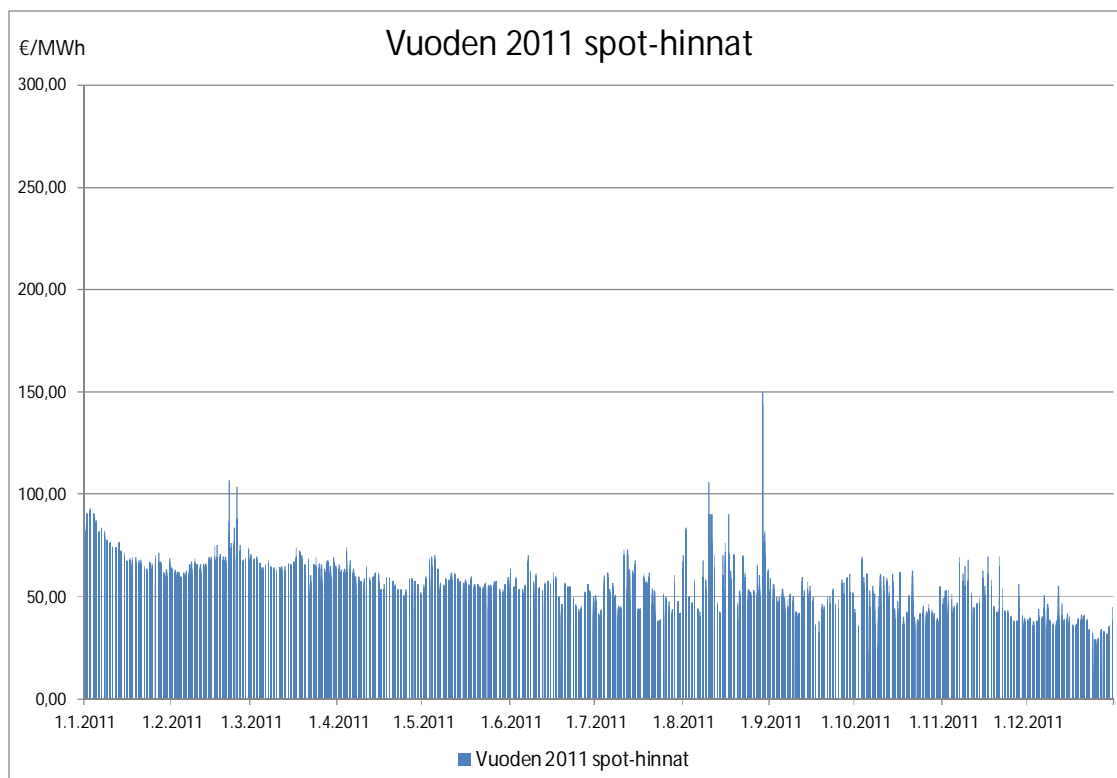
Kaaviossa 6 esitetään vuoden 2010 toteutuneet spot-hinnat skaalattuna huippuarvojen mukaan. Siitä nähdään, että vuoden aikana on toteutunut hyvinkin korkeita spot-hinnan arvoja muutamana aikana. Nämä huippuhintaist tunteja nostavat etenkin sähkölämmitteisien kohteiden profiilikustannuksia entisestään. Huippuhintaist tunteja sijoittuvat tammi- ja helmikuun ajalle, jolloin lämmitykseen on kovana pakkastalvena kulunut paljon sähköenergiaa. Lisäksi nämä tunteja sijoittuvat vuorokauden sisällä aamupäivän ja alkuillan tunneille, jolloin myös kotitaloussähkön osuus kasvaa. Tämä selittää näin ollen myös ei-sähkölämmitteisten kohteiden korkeat profiilikustannukset.



Kaavio 6. Vuoden 2010 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys todellisen skaalauksen mukaan.

## Vuosi 2011

Vuosi 2011 on vuoden keskilämpötilaltaan lämpimin tarkastelussa mukana olleista vuosista. Liitteen 2 tuloskaavion 6 mukaisesti profiilikustannukset eivät kuitenkaan ole edellisvuoteen verrattuna huomattavasti alhaisempia. Korkeimmat profiilikustannukset ovat aiheuttaneet kohteet, joissa sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu. Koska etenkin ilmalämpöpumppujen toiminta lakkaa tai heikkenee kovien pakkasten aikaan, joudutaan näinä aikoina turvautumaan sähkölämmitykseen. Jos sähkölämmitys on suora, voivat korkeat spot-hinnat nostaa yksittäisten tuntien kustannukset muihin lämpimien aikojen tuntikustannuksiin verrattuna hurjiksi. Kaaviossa 7 nähdään vuoden 2011 spot-hinnan kehitys. Korkeita profiilikustannuksia aiheuttaneiden lämpöpumppukohteiden sähkönkäyttö lisääntyy huomattavasti vuonna 2011 tammi-helmikuussa. Oletettavasti kovien pakkasten aikaan lämpöpumppu ei ole riittänyt kattamaan lämmitystarvetta, ja sähkölämmitykseen vaadittava sähkönkäyttö osuu juuri kalleimmille tunneille. Sähkölämmityksen tarpeen aikaan myös spot-hinnan taso on korkeampi. Tämä nostaa tällaisten kohteiden profiilikustannuksia.



Kaavio 7. Vuoden 2011 tuntikohtaisen spot-hinnan kehitys.

Sähkölämmityskohteiden profiilikustannukset sen sijaan ovat maltillisia. Tämä selittyy juuri ulkolämpötilan lämpimästä vuosikeskiarvosta. Toisaalta vuonna 2011 nähtiin myös kovia pakkaslukemia. Tammi- ja helmikuun aikana ulkolämpötilat hipoivat Joensuun seudulla  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  lukemia [40]. Samoihin aikoihin vallitsi markkinoilla korkeampi spot-hinta. Verrattuna kohteisiin, joissa sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu, pelkän sähkölämmityksen varassa olevien kohteiden vuotuinen sähkönkäytön vaihtelu on pienempi. Sähkölämmityskohteissa sähkönkäyttö lisääntyy merkittävästi ainoastaan tammikuun lopussa ja helmikuun alussa. Lämpöpumppukohteiden talviaikainen sähkönkäyttö on huomattavasti runsaampaa kesäaikaan verrattuna kuin sähkölämmityskohteilla. Kovat pakkasajat ovat siis lisänneet sähkölämmityskohteissa sähkönkäyttöä vain muutamiksi päiviksi, kun taas lämpöpumppu kohteissa useiksi viikoiksi, jopa kuukausiksi. Niinpä näiden kohteiden profiilikustannukset poikkeavat toisistaan huomattavasti.

Vuonna 2011 spot-hinnan taso oli melko korkea viime vuosikymmenen vuosikeskiarvoihin verrattuna. Kuitenkin spot-hinnan vaihtelu vuoden aikana on melko maltillista; aiempiin vuosiin verrattavia huippuhintaisia tunteja ei ole. Tämän



takia profiilikustannukset eivät nouse erityisen korkeiksi muilla kohteilla. Vaikka vuoden keskilämpötila oli lämpimin tarkasteluvuosista, ei se laskenut toteutuneita profiilikustannuksia merkittävästi.

Koska tarkastelun kohteiden sähkönkäytöt on mallinnettu vuoden 2011 todellisista tai lähes todellisista sähkönkäytöistä, antavat vuoden 2011 lasketut profiilikustannukset todellisimmat arvot. Tarkasteluvuosien keskilämpötilojen muutokset ja niiden vaikutukset nähtäisiin todellisina, jos jokaiselle vuodelle olisi tiedossa todellinen sähkönkäyttö. Nyt on jouduttu käyttämään lämpimimmän vuoden toteutuneita sähkönkäyttöjä, ja tämä vääristää muiden vuosien laskettuja profiilikustannuksia.

### **Vuosi 2015, ”kauhuskenaario”**

Jos vuoden 2015 tarkastelun skenaario toteutuisi, näyttäisivät profiilikustannukset liitteen 2 tuloskaavion 7 mukaisilta. Profiilikustannukset nousisivat hallitsemattoman korkeiksi etenkin sähkölämmitteisillä kohteilla. Tämän skenaarion toteutuminen edellyttäisi, että spot-hintojen hintataso nousisi entisestään kaksinkertaiseksi nykypäivän hinnoista. Myös huippuhintaisten tuntien arvojen tulisi kaksinkertaistua. Tämä tarkoittaisi sitä, että yksittäisten tuntien huippuhinta olisi lähellä 3000 €/MWh.

Lisäksi kotitalouksien ja muiden kohteiden sähkönkäytön tulisi olla ennallaan. Jos nykyiset sääolot jatkuvat ja kehittyvät, tulevaisuudessa saamme nauttia entistä kovemmista ja pidempään jatkuvista pakkaskausista sekä toisaalta pitkistä hellekausista. Jos tämä toteutuisi, kasvaisi lämmityksen tarve talvisin ja viilenyksen kesäisin entisestään. Sähkönkäyttö näin ollen lisääntyisi. Jos hinnat vielä nousivat ja toisaalta hinnanvaihtelut vuoden sisällä kasvaisivat, profiilikustannukset voivat nousta hyvinkin korkealle. Skenaario osoittaakin, että pahimmassa tapauksessa tilanne voi tulevaisuudessa olla tulosten mukainen.

#### **6.1.2 Toteutuneet profiilikustannukset kohteittain**

Tässä luvussa vertaillaan toteutuneita profiilikustannuksia kohteittain. Samankaltaiset kohteet ja niiden aiheuttamat profiilikustannukset vuosittain esitetään

omissa tuloskaavioissaan liitteessä 3. Profiilikustannuslaskentojen tuloksista tarkastellaan, ovatko samankaltaiset kohteet aiheuttaneet samankaltaisia profiilikustannuksia ja millainen hajonta kaikkien tarkasteluvuosien sisällä syntyy.

### **Asuintalot**

Liitteen 3 tuloskaaviosta 1 nähdään tarkastelussa mukana olleiden asuintaloiksi lukeutuvien kohteiden aiheutuneet profiilikustannukset joka vuodelle. Tuloskaavioista 1 havaitaan, että tuloksilla on yhteys vuoden mukaan. Vuotta 2008 lukuun ottamatta jokainen kohde aiheuttaa positiivisia profiilikustannuksia. Profiilikustannuksen arvoon vaikuttaa selvästi se, onko kyseessä sähkölämmitteinen vai ei-sähkölämmitteinen kohde. Ei-sähkölämmitteiset kohteet aiheuttavat selvästi itseisarvoltaan pienempiä profiilikustannuksia. Tämä selittyy tasaisemmallalla sähkönkäytön profiililla; kesän ja talven välillä ei juuri ole vaihtelua. Kun toteutuneet profiilikustannukset vaihtelevat sähkölämmitteisillä omakotitaloilla -4,19 ja 6,84 €/MWh:n välillä, ei-sähkölämmitteisillä rivi- ja kerrostalokohteilla vastaava vaihteluväli on -0,84–2,53 €/MWh. Vuoden 2015 skenaariossa erot näiden välillä kasvavat entisestään; ei-sähkölämmitteiset kohteet aiheuttavat noin 5 €/MWh suuruisen profiilikustannuksen, kun sähkölämmitteisillä tämä voisi pahimmillaan olla 16,95 €/MWh.

Tuloksista voidaankin havaita, että hinnoittelun tulisi huomioida asiakkaan sähkönkäyttöpaikan tyyppi. Jos asiakas joutuu käyttämään sähköenergiaa lämmitykseen, tulisi hinnoittelu olla erilainen kuin asiakkaalla, jolla sähkönkäyttö pitää sisällään vain kotitaloussähkön ja valaistuksen.

### **Omakotitalot**

Liitteen 3 tuloskaaviossa 2 on esitetty tarkastelussa mukana olleiden omakotitalojen toteutuneita profiilikustannuksia. Mukana on sekä sähkölämmitteiset kohteet että kohteet, joissa sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu. Tulokset osoittavat, että suora sähkölämmitys aiheuttaa jokseenkin samansuuruisia profiilikustannuksia kuin lämmitys, jossa sähkölämmityksen rinnalla on lämpöpumppu. Spot-hintojen muutoksista riippuen tällaisten kohteiden profiilikustannusten hajonta vaihtelee eikä kumpikaan lämmitysmuoto osoittaudu toista pa-

remmaksi. Kuitenkin suora sähkölämmitys on ennustettavissa helpommin; kovien pakkasten aikaan suoraan sähkölämmitykseen tarvittavaa sähköenergiaa tarvitaan koko ajan vuorokauden ympäri. Varaavat lämmitysmuodot ja lämpöpumput toimivat tiettyinä aikoina, jota myyntiyhtiön voi olla vaikea määrittää.

### **Lämpöpumppukohteet**

Liitteen 3 tuloskaaviossa 3 nähdään kaikkien tarkastelussa mukana olleiden kohteiden, joissa sähkölämmityksen rinnalla on joko ilma- tai maalämpöpumppu, toteutuneita profiilikustannuksia. Vertailuksi mukana on myös kolmen sähkölämmitteisen omakotitalon toteutuneet profiilikustannukset. Toteutuneiden profiilikustannusten hajonta kunkin tarkasteluvuoden sisällä ei ole merkittävän suuri. Profiilikustannuksen suuruuteen vaikuttaa oleellisesti, se mihin sähköenergiaa käytetään ja miten lämpöpumppu toimii sähkölämmityksen rinnalla. Koska kohteiden lämpöpumppujen asennustapoja tai hyötysuhteita ei tiedetä, on tuloksia vaikea vertailla keskenään. Tulokset eivät myöskään kerro, onko ilma- vai maalämpöpumppu parempi lisälämmitysmuoto profiilikustannusten kannalta.

Pääsääntöisesti kuitenkin kohteet, joissa lisälämmityksenä käytetään lämpöpumppua, aiheuttavat pienemmät profiilikustannukset kuin suoran sähkölämmityksen kohteet. Vasta vuodesta 2010 lämpöpumppukohteiden profiilikustannukset nousevat jopa sähkölämmitteisien kohteiden profiilikustannuksia kalliimmiksi. Tähän voi olla syynä vuoden 2010 ja 2011 kovat pakkastalvet. Kun lämpöpumpun suorituskyky ei enää riitä lämmitykseen kovalla pakkasella, tarvitaan sähkölämmitystä. Sähkönkäyttö lisääntyy huomattavasti ja sähkönkäytön profiili muuttuu. Kun kovien pakkasten aikaan spot-hinnatkin ovat usein korkeampia, kohteen sähköenergian vuosikustannukset kasvavat. Tällöin myös profiilikustannus kasvaa. Vaikka aiemmille vuosille (2002 ja 2007–2009) on mallinnettu sama sähkönkäyttö, ei lisääntynyt sähkönkäyttö pakkasten aikaa näy näiden vuosien profiilikustannuksissa puuttuvien hintapiikkien takia. Tulevaisuudessa lämpöpumput saattavatkin tämän kaavan mukaan lisätä profiilikustannuksia verrattuna kohteisiin, joissa on suora sähkölämmitys.

### 6.1.3 Pakkas- ja helleaikoina toteutuneet profiilikustannukset

Oletuksena ennen profiilikustannuslaskentoja pakkas- ja hellekausille oli, että pakkasjaksot aiheuttavat suurempia profiilikustannuksia etenkin sähkölämmitteisissä kohteissa ja vastaavasti hellekaudet pienempiä kustannuksia. Tulokset näistä laskennoissa on esitetty liitteen 4 tuloskaavioissa 1-6. Tuloksia tarkastellaan ja analysoidaan ajanjaksoittain.

#### Tammi-helmikuu

Liitteen 4 tuloskaavioissa 1 ja 4 nähdään tarkastelussa mukana olleiden kohteiden aiheuttamia profiilikustannuksia ajalla tammi-helmikuu 2002 ja 2007–2011. Tulokset poikkeavat täysin odotuksista. Kaikki tarkastelussa mukana olleet omakotitalot ovat aiheuttaneet hyvin pieniä profiilikustannuksia jokaisena vuotena ajalla tammi-helmikuu, toisinaan jopa negatiivisia kustannuksia. Vastaavasti kohteet, joissa ulkolämpötila ei ohjaa sähkönkäyttöä lämmityksen takia (kohteissa, jotka ovat ei-sähkölämmitteisiä), profiilikustannukset ovat poikkeuksetta positiivisia. Vuonna 2010 toteutuneet profiilikustannukset nousevat näillä kohteilla hyvinkin korkeiksi.

Yllättäviin tuloksiin selityksenä on kalliiden spot-hintojen toteutuminen tietyillä yksittäisillä tunneilla. Ajanjakson kalleimmat tunnit (ne tunnit, joiden yksikköhinta spot-markkinoilla on yli 100€/MWh) sijoittuvat aamun tunneille (7.00–9.00) tai alkuiltaan (17.00–19.00). Oletettavasti kulutus olisi myös suurinta näihin aikoihin lämmityksen sekä lisääntyvän valaistuksen ja kotitaloussähkön takia. Omakotitalokohteiden kuorman jakautumisen tarkemman tarkastelun jälkeen huomataan kuitenkin, että näiden kalliiden tuntien aikaan sähkönkulutus on jostain syystä pienempää; kun tutkitaan koko ajanjakson sähkönkäyttöjä ja lasketaan niistä keskiarvo, jäävät lähes poikkeuksetta näiden kalliiden tuntien sähkönkäytöt alle keskiarvon. Suurin selitys alhaiseksi jäävään sähkönkäyttöön on juuri sähkölämmitys. Esimerkiksi kohteessa, joka aiheuttaa pienimmät profiilikustannukset useimpina vuosia, on varaava sähkölämmitys sekä ilmalämpöpumppu. Varaava lämmitys kuluttaa sähköä vain yöaikaan, jolloin kalleimpia spot-hintoja ei ollut. Myöskään ne kohteet, joissa on suora sähkölämmitys, eivät aiheuttaneet suuria profiilikustannuksia. Näissä kohteissa kalliiden tuntien aikaan ei vain

ole ollut tarvetta enemmälle lämmitykselle, ja sähkönkäyttö on jäänyt keskiarvon alapuolelle.

Vastaavasti kohteiden, jotka eivät ole sähkölämmitteisiä, profiilikustannukset ovat korkeita. Koska kalleimmat tunnit sijoittuvat aamun ja alkuillan tunneille, näissä kohteissa lisääntyvä valaistus ja kotitaloussähkö nostavat sähkönkäyttöä muihin tunteihin verrattuna ja näin profiilikustannuksetkin nousevat. Erityistä huomiota aiheuttaa liitteen 4 tuloskaavion vuosi 2010, jolloin ei-sähkölämmitteisten kohteiden toteutuneet profiilikustannukset nousevat korkeiksi, jopa yli 15 €/MWh. Liikekiinteistöjen osalta korkeiden profiilikustannusten selitys on, että kalleimpien tuntien aikaan sähkönkäyttöä on paljon ja vastaavasti halvempien tuntien aikaan, jotka sijoittuvat ilta- ja yöajoille, sähkönkäyttö vähenee huomattavasti. Tähän on syynä liikekiinteistöjen aukioloajat.

### **Kesä-heinäkuu**

Myös hellekausien toteutuneet profiilikustannukset poikkeavat oletuksesta. Oletuksena oli, että kaikkien kohteiden toteutuneet profiilikustannukset olisivat kesä-heinäkuun aikana pieniä. Liitteen 4 tuloskaavioista 2 ja 5 nähdään, että lähes kaikkien kohteiden toteutuneet profiilikustannukset ovat melko korkeita. Ainoastaan kahden omakotitalon aiheuttamat profiilikustannukset ovat arvoltaan negatiivisia, mikä on yllättävää. Erityisesti vuosina 2008 ja 2010 toteutuneet profiilikustannukset ovat hyvin korkeita. Vuoden 2008 korkeat profiilikustannukset selittyvät korkeilla kesän spot-hinnoilla. Kaaviosta 3 nähdään, että vuoden 2008 kesän spot-hinnat ovat tavattoman korkeita, mikä nostaa myös kaikkien kohteiden profiilikustannusta. Koko kesän hinnat ovat melko tasaisesti korkeita, ja kun sähkönkäyttökin on kesäaikaan melko tasaista, nousevat profiilikustannukset. Yksittäiset, hieman kalliimmat tunnit nostavat profiilikustannuksia vielä entisestään, kun näillä tunneilla sähkönkäyttö lisääntyy edes hiukan verrattuna keskiarvoon.

Muina vuosina hellekauden tunneille sijoittuu muutama huippu kallis tunti. Nämä kalleimmat tunnit sijoittuvat aamu- ja keskipäivälle. Jos kotitaloudessa tai liikekiinteistössä tarvitaan hellekauden takia lisäviilennystä, lisääntyy sähkönkäyttö-

kin näillä tunneilla, mikä jälleen nostaa profiilikustannuksia. Loma-aikaan ollaan lisäksi enemmän päiväsaikaan kotona, joka lisää kotitaloussähkön tarvetta.

Tavallisesta poikkeavat kaksi omakotitaloa, joista toisessa on sähkölämmityksen rinnalla ilmalämpöpumppu. Kohteessa luultavammin viilennyksestä huolehtii ilmalämpöpumppu, joten sähköä ei kulu esimerkiksi tuulettimiin tai koneelliseen ilmanvaihtoon. Jostain syystä molempien näiden omakotitalokohteiden sähkönkäyttö on jäänyt vähäisemmäksi kalliimpien tuntien aikaan, mistä pienemmät profiilikustannuksetkin johtuvat.

### **Marras-joulukuu**

Liitteen 4 tuloskaavioissa 3 ja 6 nähdään eri kohteiden toteutuneita profiilikustannuksia marras-joulukuulle. Tuloksista nähdään, että toteutuneet profiilikustannukset vaihtelevat runsaasti sekä vuosittain että erityisesti käyttöpaikkakohtaisesti vuositasolla tarkasteltuna. Etenkin sähkölämmitteisten omakotitalojen toteutuneet profiilikustannukset vaihtelevat toisiinsa nähden niin yksittäisen vuoden sisällä kuin koko tarkastelujakson 2002 ja 2007–2011 aikana. Suurta vaihtelu profiilikustannuksissa koko tarkasteluajan aikana selittää spot-hintojen kalliiden tuntien sijoittuminen vuorokauden eri ajankohtiin sekä yleinen spot-hinnan hintataso. Kun profiilikustannukset liitteen 4 tuloskaavion 3 mukaisesti ovat toteutuneet vuosina 2007, 2008 ja 2011 verrattain alhaisina, on yleinen hintataso tuolloin marras-joulukuun aikana ollut melko alhainen ja verrattain tasainen. Yksittäiset hintapiikit marras- ja joulukuun tuntien spot-hinnoissa sijoittuvat näinä vuosina alkuiltaan, jolloin kohteiden sähkönkäyttö on ollut jostain syystä alhaisempaa. Jälleen omakotitalo, jossa on sähkölämmityksen rinnalla ilmalämpöpumppu, aiheuttaa varaavan sähkölämmityksen takia alhaisimpia profiilikustannuksia, sillä yöaikaan sähkönkäyttö on runsaampaa kuin päiväsaikaan, jolloin myös hintataso on alhaisempi.

Suurimpia profiilikustannuksia sähkölämmitteisille kohteille on aiheutunut vuosina 2002 ja 2010, jolloin marras- ja joulukuun hinnat ovat melko korkeita ja hintapiikkejä runsaasti, etenkin vuonna 2010. Hinnat ovat korkeita useina päivinä useina vuorokauden aikoina, jolloin runsaampaa sähkönkäyttöä sijoittuu myös

kalliille tunneille. Lämmityksen tarve, valaistus ja kotitaloussähkö lisääntyvät jossain vaiheessa päivällä, ja kun hinnat ovat korkeina pitkin päivää, kustannukset yksittäisillä tunneilla nousevat. Tämä nostaa myös kohteiden profiilikustannuksia.

Kun tarkastellaan ei-sähkölämmitteisten kohteiden profiilikustannustuloksia liitteen 4 tuloskaaviosta 6, nähdään, että käyttöpaikkakohtainen vaihtelu on melko suurta. Kuitenkaan tarkasteltaessa yksittäistä sähkönkäyttöpaikkaa profiilikustannukset eivät vaihtele merkittävästi eri vuosina. Tämä selittyy tasaisemmalla sähkönkäytöllä; kun kohteen sähkönkäyttöön ei sisälly lämmitystä, sähkönkäytön profiili on melko tasainen riippumatta kuukaudesta tai vuodesta. Koska jokaisena tarkasteluvuotena marras- ja joulukuun hintapiikit sijoittuvat alkuiltaan, nousee rivi- ja kerrostalokohteen, jossa on sähkökiuas, profiilikustannus erityisesti saunomisen takia. Kun erityisen kalliin tunnin aikaan sähkönkäytössä tapahtuu nousua, profiilikustannus kasvaa. Vastaavasti rivi- ja kerrostalokohteen, jossa ei ole sähkökiuasta, profiilikustannukset ovat alhaisia vuodesta riippumatta. Kun sähkönkäytön profiili on näillä kohteilla saunomisesta aiheutuvaa sähkönkäyttöä lukuun ottamatta samankaltaista, selittyy suurehko profiilikustannusten ero tällä.

Liikekiinteistöjen sähkönkäytön profiili riippuu liikkeen aukioloajoista. Jos liike on auki ja sähkönkäyttö suurempaa kalliiden tuntien aikaan, nousevat profiilikustannukset. Liitteen 4 tuloskaaviosta 6 nähdään, että molempien tarkastelussa mukana olleiden liikekiinteistöjen profiilikustannukset ovat melko suuria. Liikekiinteistön, jossa ei ole kylmälaitteita, sähkönkäyttö painottuu kello 8-19 välille. Kun kalleimmat tunnit joka vuotena sijoittuvat samalle välille, nousee profiilikustannus. Myös liikekiinteistö, jossa on kylmälaitteita, on luultavimmin auki kalliiden tuntien aikaan, sillä sähkönkäyttö lisääntyy kohteessa kello 7-20. Kuitenkin tämän kohteen sähkönkäyttö on tasaisempaa koko vuorokauden ympäri, joten myös halvimpien tuntien aikaan on runsaasti sähkönkäyttöä. Niinpä profiilikustannusten nousua kompensoi nämä halpojen tuntien sähkönkäytöt.

Yleisesti alkutalven aikana kuluva sähkönkäyttöä on hankala arvioida sähkölämmitteisille kohteille; marras- ja joulukuun ulkolämpötilat voivat vaihdella plus-

asteista koviin pakkaslukemiin. Niinpä myös aiheutuvia profiilikustannuksia on vaikeaa arvioida näille ajanjaksoille. Lopputalven, kuten tammi-maaliskuun, sekä kesäajan sähkönkäyttöä ja mahdollisia profiilikustannuksia on huomattavasti helpompi ennustaa, sillä sääoloja on helpompi arvioida. Yleisesti Suomessa tammi-maaliskuu on kovien pakkasten aikaa ja vastaavasti kesäisin ulkolämpötilat nousevat hellelukemiin eikä lämmitystä kotitalouksiin tarvita.

Profiilikustannustarkastelujen tuloksia vääristää se, että sähkönkäytöissä ei tapahdu vuosien suhteen muutosta, sillä mallinnetut vuosittaiset sähkönkäytöt ovat yhdestä vuodesta koostuvasta lähtöaineistosta. Esimerkiksi ulkolämpötilasta riippuva lämmitykseen kuluva sähkönkäyttö ei vaihtelee, joten profiilikustannukset eivät toteudu todellisina. Jos sähkönkäyttö pysyisi vuorokausitasollakin tasaisena vuodesta toiseen, toteutuisivat kohteiden lasketut profiilikustannuksetkin todellisina. Kuitenkin laskennat antavat suuntaviivoja sille, kuinka sähkönkäytön profiili vaikuttaa toteutuviin profiilikustannuksiin.

## 6.2 Volyymikustannukset

Volyymikustannustarkasteluissa toteutuneet volyymikustannukset ovat profiilikustannuksia todenmukaisempia, sillä vuositasonen sähkönkäyttö huomioi vuosivaihtelut ja näin ollen myös ulkolämpötilasta riippuvaista lämmitykseen kuluva sähkönkäyttöä. Volyymikustannus muodostuu siis kohteen sähkönkäytön vuotuisen volyymieron ja johdannaisten sekä toteutuneen spot-hinnan erotuksen yhtälöistä. Liitteen 5 tuloskaaviossa 1 nähdään kaikkien tarkastelussa mukana olleiden kohteiden toteutuneita volyymikustannuksia.

Koska volyymitarkasteluissa kaikille kohteille on tehty johdannaissopimukset samaan aikaan ja samalla tuotteella, on sähkönkäyttöpaikkojen laskutushinta sama. Taulukossa 10 nähdään kaikkien kohteiden sähköenergian laskutushinnat sekä toteutuneiden johdannaiskauppojen ja spot-hinnan vuoden aritmeettisen keskiarvon hinnat. Kun käyttöpaikan sähkönkäytön volyymissa on suuri muutos edellisvuoteen verrattuna, on johdannaiskaupan sovitun hinnan ja toteutuneen spot-hinnan erotuksella suuri merkitys toteutuvaan volyymikustannukseen.



Taulukko 10. Toteutuneiden johdannaiskauppojen ja spot-hinnan vuoden keskiarvon hinnat.

aika	2007–2008	2008–2009	2009–2010	2010–2011
Sys-hinnat, €/MWh	43,20	50,00	33,35	39,20
CfD-hinnat, €/MWh	0,65	1,70	0,94	1,18
Käyttöpaikan laskutushinta, €/MWh	43,85	51,70	34,29	40,38
Vuoden Spot-hinnan aritm. keskiarvo, €/MWh	51,02	36,98	56,64	49,30
Erotus, €/MWh	7,17	-14,72	22,35	8,92

Vuonna 2008 spot-hinnan aritmeettinen keskiarvo on kalliimpi kuin toteutuneiden johdannaiskauppojen energian yksikköhinta. Tuona vuonna jokaisen kohteen, jonka volyymi on pienentynyt edellisvuodesta, volyymikustannus on negatiivinen. Vastaavasti kohteiden, joilla sähkönkäytön volyymi kasvaa edellisvuoteen verrattuna, volyymikustannus on positiivinen. Mitä suurempi volyymiero edellisvuoteen on, sitä suurempi volyymikustannuksen itseisarvokin on. Vuonna 2008 kohteista valtaosan sähkönkäyttö pieneni edellisvuoteen verrattuna. Osan selittää se, että vuoden 2008 keskilämpötila nousi hieman vuodesta 2007 ja lämmitystarve väheni. Yksiselitteistä syytä sähkönkäytön vähenemiseen on kuitenkin vaikea löytää.

Vuonna 2009 spot-hinnan aritmeettinen keskiarvo on huomattavasti halvempi kuin toteutuneiden johdannaiskauppojen hinnat, joten sähkönkäyttöpaikkojen sähköenergian hankintakustannusten yksikköhinta on pienempi kuin laskutushinta. Tällöin volyymikustannus on negatiivinen, jos sähkönkäyttö lisääntyy edellisvuoteen verrattuna ja päinvastoin. Jälleen mitä suurempi volyymiero edellisvuoteen on, sitä suurempi volyymikustannuksen itseisarvo on. Lähes jokaisen kohteen sähkönkäyttö on lisääntynyt vuonna 2009 vuodesta 2008 ja toteutuneet volyymikustannukset ovat negatiivisia. Tämä voi selittyä sillä, että keskilämpötila laski reilun asteen verran vuodesta 2008 vuoteen 2009. Lisääntynyt lämmitys on kasvattanut sähköenergian tarvetta.

Vuoden 2010 toteutuneet volyymikustannukset poikkeavat edellisvuosista. Aiempien vuosien volyymikustannukset ovat pääsääntöisesti negatiivisia. Vuonna 2010 toteutuneet volyymikustannukset ovat lähes kaikilla tarkastelun kohteilla positiivisia. Osa volyymikustannuksista on jopa hyvin korkeita. Vuoden 2010

spot-hintojen keskiarvo on huomattavasti korkeampi kuin toteutuneiden kauppohen energian yksikköhinnat. Tämän seurauksena lisääntyvä sähkönkäyttö edellisvuoteen verrattuna nostaa volyymikustannuksia. Vuosi 2010 on tarkastelu-  
vuosista kylmin keskilämpötilaltaan, mikä nostaa lämmityksen tarvetta. Niinpä myös yhtä kohdetta lukuun ottamatta kaikkien sähkölämmitteisten kohteiden volyymikustannukset toteutuvat positiivisina, osa jopa hyvin korkeina.

Vuonna 2011 valtaosa tarkastelun kohteista aiheuttaa jälleen negatiivisia profiilikustannuksia. Syynä on jälleen vähentynyt sähkönkulutus edellisvuoteen verrattuna, sillä spot-hintojen keskiarvo on toteutuneiden johdannaiskauppojen energian yksikköhintaa kalliimpi. Vuosi 2011 on myös lämpimin tarkastelu-  
vuosista keskilämpötilaltaan. Tämä selittää sen, että joidenkin kohteiden volyymi on noussut edellisvuosista: kohteilla, joissa voidaan tarvita kesähelteiden takia lisäviilennystä, volyymi on noussut. Tällaisia ovat esimerkiksi liikekiinteistöt. Kahden liikekiinteistön volyymikustannukset ovatkin korkeimmat kaikista vuoden toteutuneista volyymikustannuksista. Syynä voi olla juuri lisääntynyt viilennys niin tiloissa kuin kylmälaitteissa.

Kaiken kaikkiaan volyymikustannusta on hyvin hankala ennustaa, koska se riippuu paljon kulutustottumusten muutoksesta, osaltaan sääoloista sekä hintojen kehityksestä. Volyymikustannustarkasteluissa suurimman hajonnan kohteiden toteutuneissa volyymikustannuksissa antaa vuosi 2010, jolloin lämpötilat vaihtelivat rajusti; kovat pakkaset ja helteet lisäävät usein sähköenergian tarvetta. Myös vuonna 2010 spot-hintojen hintapiikit aiheuttivat sen, että vuoden keskihinta nousi. Jos johdannaiskauppojen energian yksikköhinnoilla ja spot-hintojen keskiarvolla on suuria eroja ja sähkönkäytöt kasvavat, nousevat volyymikustannukset. Tällaiset vuodet voivat olla myyntiyhtiölle hyvin tappiollisia. Myyntiyhtiön marginaalin tulisikin kattaa volyymieron aiheuttamat kustannukset.

### **6.3 Lämpötilan ja sähkönkäytön korrelaatio**

Korrelaatiolaskentojen tulokset osoittavat, että yhteys sähkönkäytöllä ja ulkolämpötiloilla on hyvin epävarma. Kun tutkitaan jokaisen sähkönkäyttöpaikan ja ulkolämpötilan käyttäytymistä vuoden ajalta, nähdään näiden välillä selvästi yh-

teys; kun lämpötila laskee, sähkönkäyttö kasvaa. Kuitenkin korrelaatiokertoimet osoittavat, että selvää yhteyttä ei ole. Mitä tarkemmaksi korrelaatiolaskentojen tarkasteluaika menee, sitä epävarmempia tulokset ovat. Kun koko vuoden mittaisessa korrelaatiotarkastelussa jokaisen tarkastelussa mukana olleen kohteen sähkönkäytön ja ulkolämpötilan välinen korrelaatiokerroin on  $-0,4$  ja  $-0,85$  välillä, lyhyemmät tarkasteluvälit (helle- ja pakkaskaudet) antavat vastaaviksi korrelaatioarvoiksi lähellä nollaa olevia arvoja. Ulkolämpötilojen mukaan tehty korrelaatiolaskentaan ei puolestaan anna ollenkaan keskenään vertailukelpoisia arvoja. Näyttäisi siltä, että vaikka sähkönkäyttöillä ja ulkolämpötiloilla olisikin yhteys, ei sitä korrelaatiokertoimella voida osoittaa varmasti.

Tarkastelussa mukana olleiden kohteiden toteutuneista profiili- ja volyymikustannustuloksista voidaan todeta, että suurin syntyviin kustannuksiin vaikuttava tekijä on kohteen lämmitysmuoto; niiden kohteiden, jotka ovat sähkölämmitteisiä, profiili- ja volyymikustannusten vaihtelu on suurinta ja hankalinta ennustaa etukäteen. Profiili- ja volyymikustannuksiin vaikuttavat oleellisesti ulkolämpötilat sekä toteutuvat spot-hinnat. Sähkölämmitteiset kohteet ovat hyvin riippuvaisia ulkolämpötilasta ja kovien pakkasten aikaan sähkönkäyttö lisääntyy huomattavasti lämmityksen takia. Tämä vaikuttaa oleellisesti syntyviin kustannuksiin. Vastaavasti ei-sähkölämmitteisillä kohteilla sähkönkäytön profiili on huomattavasti tasaisempaa sekä yksittäisen tarkasteluvuoden että useamman vuoden sisällä. Ainoastaan valaistuksessa tai kotitaloussähkössä tapahtuva muutos vaikuttaa sähkönkäytön profiiliin, joka hillitsee profiili- ja volyymikustannusten nousua. Niinpä voidaankin todeta, että hinnoittelussa tulisi sekä myyntiyhtiön että asiakkaiden edun kannalta huomioida kohteen lämmitysmuoto sekä sähkönkäytön profiili. Tämä johtaisi siihen, että hinnoittelussa käytettäisiin asiakastai sähkönkäyttöpaikkakohtaista marginaalia. Se mahdollistaa niin myyntiyhtiön marginaalien tarkentamisen kuin asiakkaan laskuttamisen todenmukaisemmalla hinnalla; ne asiakkaat, joilla epätasaisempi sähkönkäyttö aiheuttaa enemmän kustannuksia, maksaisivat suurempaa marginaalia. Näin ne asiakkaat, joilla sähkönkäyttö on tasaisempaa ja kustannukset ennustettavampia ja myös pienempiä, eivät joudu maksamaan ylimääräistä. Jos kaikille kohteille sähkönkäytön profiilista riippumatta on asetettu sama marginaali, maksavat ei-

sähkölämmitteisten tai muuten tasaisemmin sähköä käyttävien kohteiden asiakkaat muiden aiheuttamista kustannuksista.

Asiakkaan sähköenergian hankintakustannukset ovat toteutuneiden sys- ja CfD-johdannaiskauppojen hintojen sekä toteutuneiden profiili- ja volyymikustannuksien summa. Asiakkaan hinta puolestaan muodostuu toteutuneista johdannaiskauppojen hinnoista ja marginaalista. Myyntiyhtiön marginaalin on katettava sekä profiili- että volyymikustannukset ja tuotettava voittoa. Jos myyntiyhtiö laskee marginaaliinsa kaikki ylimääräiset toteutuneet hankintakulut, on marginaalin oltava korkea. Jotta marginaalia voisi pienentää, on asiakkaan epätasaisesta sähkönkäytöstä aiheutuvan riskin siirryttävä asiakkaalle itselleen. Näin ollen asiakkaan tulee joko valita, ottaako hän itse riskejä vai maksaako siitä, että myyntiyhtiö ottaa asiakkaan aiheuttaman riskin.

## 7 Pohdinta

Uusi sähköenergian käytön mittaustekniikka tarjoaa mahdollisuuksia niin asiakkaalle kuin myyntiyhtiölle. Asiakkaan näkökulmasta tuntimittaus

- tarjoaa mahdollisuuden sähkön kilpailuttamiseen todellisella profiililla,
- mahdollistaa yhtäläiset kilpailuedellytykset kaikille myyjille,
- tekee mahdolliseksi oston ja myynnin sähköpörssistä johdetuilla tuntituotteilla sekä
- antaa asiakkaalle mahdollisuuden tehonohjaukseen ja huippuleikkaukseen [41, s. 18].

Nämä seikat tulisi myös myyntiyhtiön ottaa huomioon ja pohtia, millä keinoilla hinnoittelu olisi myös asiakkaan kannalta edullista ja järkevää. Myyntiyhtiön kannalta hinnoittelu mahdollistaa profiili- ja volyymikustannuksien hinnoittelun selkeämmin ja jopa näiden aiheuttamien riskien siirtämisen asiakkaalle itselleen.

## 7.1 Tunneittain vaihtuva hinta

Myyntiyhtiöllä on mahdollista tarjota asiakkaalle suoraan tukkumarkkinahintaan pohjautuvaa sähköenergiatuotetta. Markkinoilla on jo entuudestaan tarjolla sähköenergiatuotteita, joissa asiakkaan hinta vaihtuu kuukausittain; myyntiyhtiö laskuttaa asiakasta sähköpörssin toteutuneella kuukauden keskihinnalla lisäämällä siihen marginaalinsa. Tällöin asiakkaan sähköenergian hinta reagoi nopeasti valloilla oleviin markkinatilanteisiin. Muun muassa Fortum, Vattenfall ja Helsingin Energia tarjoavat tällaisia sopimusvaihtoehtoja asiakkailleen.

Jos asiakkaan sähköenergian hinta tulisi suoraan tunti tunnilta spot-hinnoista, olisi asiakkaan mahdollista tuntirekisteröivien mittareiden ansiosta seurata hyvinkin tarkkaan sähkölaskunsa muodostumista. Lisäksi asiakkaan olisi mahdollista keskittää energiankulutuksensa ns. halvoille tunneille. Tämä tietenkin edellyttää aktiivista sähkömarkkinoiden ja markkinahintojen seuraamista. Uudet etäluettavat mittarit ja spot-hintaan perustuva hinnoittelu mahdollistavat kysyntäjouston, jossa sähkönkäyttö mukautetaan hinnanvaihteluihin. Kysyntäjousto tulee olemaan kuluttaja-asiakkaan tehokkain, edullisin ja nopein ratkaisu vaikuttaa sähkön hintaan ja sähkön hankintakustannuksiin. [42, 43]

Markkinoille alkaa lähitulevaisuudessa tulla enemmän ja enemmän ns. älykkäitä sähkömittareita, jotka sähkönkäytön lisäksi seuraavat spot-hintaa tunti tunnilta. Kehitteillä on varmasti myös erilaisia sovelluksia, jotka mukauttavat automaattisesti esimerkiksi talon sähkölämmitystä ja ilmanvaihtoa, ja ohjaavat toiminnot edullisimmille tunneille. [44]

Myyntiyhtiön kannalta tunneittain suoraan spot-hintaan perustuva hinnoittelu olisi edukas; asiakas vastaisi profiili- ja volyymiriskistä, eikä myyntiyhtiön tarvitsi miettiä profiili- tai volyymikustannuksia. Asiakkaan hinta tulisi suoraan Suomen hinta-alueen pörssihinnoista ja myyntiyhtiön lisäämästä marginaalista. Myyntiyhtiön olisi tällöin mahdollista pitää marginaalinsa hyvinkin alhaisina, sillä riskit ottaa asiakas itse ja vastaa niistä maksamalla kuluttamansa sähköenergian volyymin spot-hinnoilla. Jos riskit siirtyisivät asiakkaalle, tulisi asiakkaan itse harkita sähkönkäyttöään ja spot-hintojen vaihtelua. Tämä vaatisi tarkkaa mark-

kinoiden tuntemista ja seuraamista. Herää kysymys, moniko olisi valmis tällaiseen. Toisaalta kysyntää on jo nyt ns. älykkäiden sähkömittareiden ja asiakkaiden mielenkiinnon ansiosta.

Kysyntäjoustopuoleen uskotaan myös lisäävän sähkömarkkinoiden toimintaa ja näin ollen myös vähittäismarkkinoiden kilpailu lisääntyisi. Markkinat eivät ilman kysynnän joustoa toimi parhaalla mahdollisella tavalla, ja hintapiikit lisääntyvät [45, s. 6]. Lisääntyvän kysyntäjoustopuolen aiheuttamat muutokset saattavat lisätä asiakkaiden aktiivisuutta olla kiinnostuneita vallitsevista markkinatilanteista. Muutos tuo myös lisää tutkimusaiheita alalle. [2]

## **7.2 Erilaisia myyntiyhtiön tarjoamia mahdollisia hinnoittelumalleja**

Lisääntyvä kysyntäjoustopuoleen sähköenergian käytössä lisää sekä kilpailua vähittäismarkkinoilla että mahdollistaa erilaiset hinnoittelurakenteet. Jotta markkinoiden kysyntäjoustopuoleen kasvaisi, tulisi pienasiakkaidenkin havaita sen mahdollisuus. Näinpä vähittäismarkkinoilla avainasemassa ovat sopimustyyppit, jotka kannustavat kysyntäjoustopuoleen ja ovat kiinnostavia kuluttajille. Tuntikohtaisen hinnoittelun tulisi tarjota ratkaisuja kuorman hallintaan. Tällä hetkellä tuntikohtainen hinnoittelu ja sen asettamat riskit askarruttavat kuitenkin asiakkaita. Hinnoittelun tulisi olla mahdollisimman selkeä ja avoin asiakkaille. [46, s. 19]

Myyntiyhtiöiden tulisi jatkossa tarjota enemmän sopimusvaihtoehtoja, jotka perustuvat suoraan tuntikohtaiseen markkinahintaan ja mahdollistavat kysyntäjoustopuolen mahdollisimman tehokkaasti. Vähittäismarkkinoille tällaisia mahdollisia hinnoittelumalleja, jotka edistäisivät ja kannustaisivat asiakkaita kysyntäjoustopuoleen voivat olla esimerkiksi

- automaattinen kuormanohjaus, jossa asiakkaalla on mahdollisuus ohittaa ohjaus. Automaattinen kuormanohjaus voisi esimerkiksi ohjata suoraa sähkölämmitystä tai lämmityskattilaa siten, että hinnan ollessa asetetun kynnyksarvon alla olisivat sähköt päällä. Hinnoittelu perustuisi tunneittain vaihtuvaan spot-hintaan.

- Jos asiakkaalla olisi mahdollisuus ohittaa ohjaus, olisi hinnoittelu kalliimpi. Vastaavasti automaattinen kuormanohjaus huomioitaisiin hinnoittelussa asiakkaan eduksi.
- Asiakkaalle tarjotaan sähköenergiaa kiinteään hintaa kiinteällä volyymillä. Volyymit asetetaan jokaiselle tunnille ja sen vaihtelu tapahtuu kuukauden ja vuodenajan mukaan. Poikkeamat näistä kompensoidaan spot-hinnoilla. Hinnoittelussa voisi ottaa huomioon sen, että sähkönkäyttö voi jäädä sovitun volyymin allekin.
- Asiakkaalle tarjotaan sähköenergiaa kiinteällä hinnalla lukuun ottamatta muutamia tunteja, jolloin kulutus on keskiarvoa huomattavasti suurempaa. Myyntiyhtiö ilmoittaisi mahdollisista korkeista hinnoista näillä tunneille ja asiakas tekee valinnan, ohjaako kuormaa muille tunneille vai maksaako kovemman hinnan näistä tunneista.
- Tuntihinnoittelu, jossa asiakkaan hinta vaihtuisi tunti tunnilta spot-hinnan mukaan. Tämä kannustaisi asiakasta vähentämään kulutusta ns. ruuhkatunteina, jolloin spot-hinnat ovat korkealla, ja antaa edun hinnanvaihteluista joka tunti. Asiakkaan kuormanohjaus voi tapahtua manuaalisesti tai älykkään talotekniikan avulla, jolloin kuormanohjaus tapahtuu automaattisesti perustuen asetettuihin sääntöihin.
  - Käyttöön voisi ottaa käyttöpaikka- tai asiakaskohtaisen marginaalin. Tämän käyttäminen ohjaisi asiakasta kysyntäjoustoon, joka olisi sekä asiakkaan että myyjän etu.

Myyntiyhtiön kannalta järkevä hinnoittelumalli perustuu mahdollisimman todennukaiseen tietoon tuntikohtaisesta sähkönkäytöstä. Paras mahdollinen tieto asiakkaan sähkönkäytöstä saadaan kuitenkin vasta tapahtuneen ajankohdan jälkeen. Myyntiyhtiö voisi perustaa hinnoittelunsa jälkikäteiseen hinnanlaskuun. Tällöin asiakkaan hinta laskettaisiin toteutuneilla, todellisilla profiili- ja volyymikustannuksilla esimerkiksi kuukausittain. Näin ollen asiakas saisi esimerkiksi tammikuussa käyttämänsä sähköenergian yksikköhinnan vasta helmikuussa, jolloin toteutunut sähkönkäyttö olisi jo tiedossa. Vaikka hinnoittelumalli poistaisi myyntiyhtiölle aiheutuvia riskejä, hankaloittaa se sähkökaupan toimintaa esimerkiksi tarjouspyyntöihin vastattaessa; kun hinnanlaskenta suoritetaan jo voimassa olevalle sopimuksellekin jälkikäteisesti, olisi tarjouksen yhteydessä

tarjottavan hinnan laskeminen mahdotonta eikä asiakkaalle voitaisi laskea sähköenergian laskutushintaa.

Myyntiyhtiö voisi tarjota asiakkailleen myös sovellusta, jossa asiakas voi itse harkita sähköhinnansuojauksiaan. Asiakas tekee itse päätöksen siitä, kuinka pitkäksi ajaksi haluaa hintaansa suojata tarjolla olevista hinnankiinnitysvaihtoehtoista. Asiakkaan valinnan jälkeen myyntiyhtiö vastaanottaa tämän hinnankiinnitystilauksen ja tekee siitä kaupat johdannaismarkkinoilla. Vastaavanlainen palvelu vaatii asiakkailta kiinnostusta markkinoiden toiminnasta ja muutoksista. Toisaalta myyntiyhtiön on tällaista palvelua tarjotessaan oltava valmis ohjaamaan ja tukemaan asiakasta valinnoissaan. Lisäksi myyntiyhtiön on huolehdittava tarjolla olevien hinnankiinnitysvaihtoehtojen ylläpitämisestä.

Monipuoliset sopimusvaihtoehdot mahdollistavat asiakkaille korkeiden hintojen vaikutusten minimoinnin ennakoinnilla. Jos asiakkailla on mahdollisuus vaikuttaa itse omaan kuormanhallintaan sekä –ohjaukseen ja tätä kautta ottamaan sähkönkäytöstä johtuvat profiili- ja volyyimiriskit, vähenee myyntiyhtiöiden riskit ja hankintakustannukset. Toisaalta hinnoittelultaan liian monimutkaiset tuotteet eivät kiinnosta asiakkaita ja asiakas valitsee kilpailutilanteessa usein yksinkertaisimman ja selvimmän hinnoittelun.

### **7.3 Kuormanhallintamahdollisuudet**

Jotta kuluttaja-asiakkaat saataisiin hyväksymään laajemmin spot-hinnalle ja sen vaihtelulle altistuminen, tarvitaan tietäntyyppiset kuormanhallinnanvalmiudet. Tulevaisuudessa kuormanhallinta voisi perustua joko jakeluverkon palveluihin tai älykkään talotekniikan automaattioratkaisuihin. Kuitenkin mikä tahansa ratkaisu tulisi olla asiakkaan kannalta yksinkertainen ja helppokäyttöinen sekä ennen kaikkea niiden käytön vaikutus asiakkaan sähköenergian kustannuksiin helposti ymmärrettävissä. Tämänkaltaisen palvelun mahdollisuus hyödyntäisi niin asiakasta, myyntiyhtiötä kuin mahdollista palveluntarjoajaakin.

Jos myyntiyhtiöillä olisi tarjota sopimusrakenteita, jotka hyödyntävät spot-hintojen vaihteluita ja kuormaohjausta, voisi kuormaohjausautomaatiikka yleistyä



sekä uusissa, rakenteilla olevissa kohteissa että nykyisissä rakennuksissa. Kun palvelujen tarve ja käyttö lisääntyvät, palvelut ja laitteet halpenevat ja tulevat enemmän jokaiselle kuluttajalle mahdolliseksi.

Suomessa on jo nyt mahdollista ohjata kuormiaan releiden ja kaksi-aikatariffijärjestelmän, kuten päivä-yö mittauksen ja hinnoittelun ansiosta esimerkiksi käyttöveden lämmitystä. Käyttövettä lämmitetään yön halvemman sähköenergian aikana. Nyt, kun uudet tuntirekisteröivät ja kaukoluettavissa olevat mittarit tullaan vaihtamaan jokaiseen kotitalouteen, voisi kuormanohjausta lisätä ja parantaa.

Lämpöpumppujen toimintaa tulisi kehittää kysyntäjoustopon mahdollistamiseksi; yleensä lämpöpumppuja ei voida kauko-ohjata ja lisäksi ne voivat kärsiä ja vaurioitua sammutettaessa ja käynnistettäessä ne kylmällä säällä. Niinpä lämpöpumput tulisikin rakentaa niin, että ne mahdollistavat sujuvan käytön myös kylminä aikoina.

#### **7.4 Asiakkaiden yleinen kiinnostus tuntuotteisiin**

Kun uutta mittaustekniikkaa toteutetaan ja sen johdosta myyntiyhtiöt kehittelevät uusia sähköenergian vähittäismyyntin myyntituotteita ja hinnoittelumalleja, on asiakkaiden kiinnostus tällaisia muutoksia kohtaan tärkeä. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy on tehnyt vuonna 2009 tutkimuksen, jossa asiakkailta kysyttiin sen hetkistä kiinnostusta markkinahintaan pohjautuvista sähköenergiatuotteista. Kysely tehtiin noin 200 asiakkaalle, jotka olivat jo osaltaan aktivoituneita sähkönkäyttäjiä; osallistuneet olivat jo kilpailuttaneet sähkönmyyjäänsä ja lähettivät usein tarjouspyyntöjä sähköenergian hinnasta eri puolelle Suomea. Jo pari vuotta sitten asiakkailla on ollut tietämystä ja kiinnostusta tuotteisiin, joissa hinnoittelu perustuu pörssihintaan. Lisäksi tärkeänä on nähty, että hinnoittelun tulisi olla mahdollisimman läpinäkyvä. Tämä tukee mallia, jossa hinta muodostuu markkinahinnan ja myyntiyhtiön marginaalin summasta. [47, s. 19]

Jonkin verran kiinnostusta on tutkimuksen tulosten mukaan herättänyt myös mahdollisuus valita hinnankiinnitysajankohtia vapaasti. Jos myyntiyhtiöt tarjoai-

sivat tällaista palvelua, olisi tutkimuksen mukaan asiakkailta myös halua tehdä sopimuksia, joissa asiakas itse harkitsee sähköhinnansuojauksien ajankohdasta. Tueksi valinnoilleen asiakkaat kokevat kuitenkin tärkeänä asiantuntijoiden aktiivisuuden; omien päätösten tekoon kaivataan tukea myyntiyhtiöltä markkinoiden kehitysten ja odotusten suhteen. [47, s. 19]

Myös asiakkaiden kiinnostusta kysyntäjoustoon on tutkittu EU:n toimesta. Iso-Britanniassa toteutetussa The large Energy Demand Response Project-tutkimuksessa, joka lyhennetään EDRP, tutkittiin keskituloisten ja keskimääräisesti sähköä käyttävien kotitalouksien valmiutta kysyntäjoustoon. Tutkimuksen mukaan pienet kotitaloudet ovat todennäköisimmin valmiita säästämään sähköenergiaa ja siirtämään kulutusta ns. ruuhkatunneilta. Suurimpana kannustimena kysyntäjoustoon pidettiin kustannuksissa säästämistä. Toiseksi suurin ohjaava tekijä kysyntäjoustopon kannattamiseen olivat valoilla olevat asenteet edistää energiasäästöä, kuten erilaiset ympäristönäkökohdat. [48, s. 38]

Toisin sanoen tutkimusten mukaan vähittäismarkkinoiden asiakkaat olisivat kiinnostuneita kysyntäjoustopon ja sen edistämisestä, jos he ymmärtävät sen hyödyt ja ne toteutuvat käytännössä. Tutkimusten tulokset ohjaavat siis entisestään ajatusta siitä, kuinka sähköenergian vähittäismyynnin hinnoittelumalleja voitaisiin kehittää ja millainen myyntiyhtiön rooli näissä kahdenvälisissä kaupoissa olisi.

## 7.5 Tulevaisuuden muutoksia

Euroopan Unionin teollisuus- ja ympäristökomitea ovat ehdottaneet Euroopan parlamentille ja neuvostolle helmikuussa 2012 päästöoikeuksien leikkauksista. Leikkaukset toteutettaisiin ns. väliaikaisella hyllyttämisellä, jolla päästöoikeuksien hinta saatettaisiin tasolle, joka kannustaisi investoimaan teollisuudessa uusiutuviin energianlähteisiin, maakaasulaitoksiin sekä lisäämään energiatehokkuutta. Suuret leikkaukset päästöoikeuksissa nostavat päästöoikeuksien hintaa ja tätä kautta enemmän tai myöhemmin sähköenergian hintaa. Leikkausten määrä on kuitenkin viimeisimpien tietojen mukaan odotettua pienempi. EU-maiden ympäristöministeriö kokoontui 9.3.2012, jolloin Puola ilmoitti vastusta-

vansa leikkauksia. Jos leikkausten vastustus saa lisäkannatusta, ei ehdotus mene läpi huhtikuussa pidettävässä EU:n parlamentin äänestyksessä eikä päästöoikeuksia leikata. Se, mitä EU:n parlamentti ja myöhemmin kesäkuussa neuvosto lopulta päättää päästöoikeuksista, tulee vaikuttamaan sähkön markkinoihin ja hintaan merkittävästi. Jos päästöoikeuksia päätetään leikata merkittävästi, tulevat ensin johdannaisten hinnat nousemaan ja lopulta myös kuluttajien sähköenergian vähittäismyyntihintakin. [49]

Poliitikot ja johtavat energiavirkamiehet kuuluttavat lisääntyvän kilpailun perään vähittäismarkkinoilla. Kilpailun lisäämiseksi on kehitelty ratkaisua, jossa koko Skandinaavia saataisiin yhteiseksi sähkön markkina-alueeksi; puhutaan yhteispohjoismaisista sähkön vähittäismarkkinoista. Tällöin suomalainen asiakas voisi ostaa sähköä mistä tahansa pohjoismaasta, esimerkiksi Norjasta ja päinvastoin. Uudistuksen tarkoituksena on ollut olla toiminnassa jo 2015, mutta toteutus saattaa lykkääntyä vuodella tai parilla. Suunnitelma pitää sisällään kuitenkin monia mutkia: erilliset sähkönsiirto- ja myyntilaskut, asiakaspalvelun toteutus sekä eri valuutat ja niistä syntyvät valuuttakurssiriskit. [50, s. 8-9]

Jatkuvasti muuttuvat markkinat asettavat sekä myyntiyhtiöille että asiakkaille haasteita. Muutosten tahdissa on pysyttävä ja kehitettävä omaa osaamistaan. Vireillä olevat päästöoikeuksien leikkausuhat ja ratkaisu yhteispohjoismaisista markkinoista tulevat muuttamaan markkinoiden kehitystä merkittävästi ja nähtäväksi jää, kuinka eri tahot siihen sopeutuvat.

## Lähteet

1. Valtioneuvoston asetus 66/2009. Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. [Viitattu 11.11.2011].
2. Älykkäät sähkömittarit käyttöön Suomessa: Kotitalouksille jopa reaaliaikaista tietoa omasta sähkönkäytöstä [uutiskirje]. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2009. [Viitattu 11.11.2011]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/index.phtml?94011\\_m=94054&s=3117](http://www.tem.fi/index.phtml?94011_m=94054&s=3117).
3. Sähköpörssin ammattisanasto. Energiateollisuus ry. 2012. [Viitattu 2.3.2012]. Saatavissa: <http://www.energia.fi/sahkomarkkinat/tukkumarkkinat/sahkoporssin-ammattisanasto>
4. Ruostetsaari, I. Energiavalta. Tampere: Tampere University Press. 2010.
5. Sähkömarkkinat, tukkumarkkinat. Energiateollisuus ry. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: <http://www.energia.fi/sahkomarkkinat/tukkumarkkinat>
6. Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, Samuli., Tahvanainen, Kaisa., Karjalainen, Risto., Annala, S. & Makkonen, M. Sähkömarkkinat [opetusmoniste]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2010. s. 7. Sähköinen versio: URN:NBN:fi-fe20031793
7. Vuorinen, A. Energiankäyttäjän käsikirja. Espoo: Ekoenergo Oy. 2009.
8. Rantamäki, H. Kuivuus vaivaa Pohjolaa. Kouvola: Kymppivoima Hankinta Oy. Kymppi [asiakaslehti]. 2011. 1. s. 9
9. Energiateollisuus ry & Fingrid Oyj. Hyvä tietää sähkömarkkinoista. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: [http://www.energia.fi/sites/default/files/sahkomarkkinoista\\_esite.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/sahkomarkkinoista_esite.pdf)
10. Partanen, J., Viljainen, S., Lassila, J., Honkapuro, Samuli., Tahvanainen, Kaisa., Karjalainen, Risto., Annala, S. & Makkonen, M. Sähkömarkkinat [opetusmoniste]. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2010. s. 26-27. Sähköinen versio: URN:NBN:fi-fe20031793
11. Sevitel Oy. Pohjoismaiden sähköjohdannaismarkkinoiden toiminta. 2012. [Viitattu 15.2.2012]. Saatavissa: <http://www.sevitel.fi/sahkomarkkinat.asp?vd=16>
12. Rintala-Rusala, E. & Kiviniemi J. Sähkøyhtiön riskienhallinta avoimilla sähkömarkkinoilla. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 1999. [Viitattu 2.3.2012]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T2007.pdf>
13. Nord Pool. Johdannaiset ja riskienhallinta [koulutusmateriaali]. 2004. Sähkönjohdannaisten peruskurssi pidetty 2004
14. Jeskanen, M. Sähkökaupan asiakasvastaava. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Haastattelut ajalta 1.-29.2.2012
15. Nasdaq OMX Commodities. Market prices. 2011. [Viitattu 2.12.2011]. Saatavissa: <http://www.nasdaqomxcommodities.com/trading/marketprices/>
16. Sotikov, J. Myyntipäällikkö, johdannaismeklari. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Haastattelut ajalta 7.-30.11.2011
17. Nasdaq OMX Commodities. Markets. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: <http://www.nasdaqomxcommodities.com/trading/markets/>
18. Taloussanomat. Taloussanakirja. 2012. [Viitattu 13.2.2012] Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/volatiliteetti/0>

19. Nasdaq OMX Commodities. Markest & Credit [koulutusmateriaali]. 2008. Sertifioitu sähkökauppias -koulutus pidetty 2008
20. Taloussanomat. Taloussanakirja. 2011. [Viitattu 2.12.2011]. Saatavissa: [http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/?page\\_id=45&offset=0&A=likviditeetti](http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/?page_id=45&offset=0&A=likviditeetti)
21. Nord Pool. Nord Pool, building a secure market [koulutusmateriaali]. 2009. Sertifioitu sähkökauppias -koulutus pidetty 2009
22. Kukkonen, E. Sähkökaupan yritys vastaava, johdannaismeklari. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Haastattelut ajalta 1.-29.2.2012
23. Mistä sähkön hinta muodostuu? Energiateollisuus ry. 2011. [Viitattu 1.12.2011]. Saatavissa: <http://www.energia.fi/sahkomarkkinat/sahkon-hintaja-sopimukset/mista-sahkon-hinta-muodostuu>
24. Rantamäki, H. Liiketoimintajohtaja, johdannaismeklari. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Haastattelut ajalta 7.-30.11.2011
25. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. Sähkön hinnoittelu. 2011. [Viitattu 1.12.2011]. Saatavissa: [http://www.sahkoturva.info/sahkomarkkinat/sahkon\\_osto\\_sahkomarkkinoilta/fi\\_FI/sahkon\\_hinnoittelu/](http://www.sahkoturva.info/sahkomarkkinat/sahkon_osto_sahkomarkkinoilta/fi_FI/sahkon_hinnoittelu/)
26. Motiva Oy. Sähkönkulutus. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/mihin\\_energiaa\\_kuluu/sahkonkulutus](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/sahkonkulutus)
27. Rantamäki, H. Lämmin kesä kuivatti vesistöjä. Kouvola: Kymppivoima Hankinta Oy. Kymppi [asiakaslehti]. 2010. 3. s. 18
28. Nasdaq OMX Commodities. Trading. 2012. [Viitattu 3.2.2012]. Saatavissa: <http://www.nasdaqomxcommodities.com/trading/markets/influenceonpowerprices/>
29. Päästökauppa. Työ- ja elinkeinoministeriö. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/index.phtml?s=1017>
30. Päästökauppajärjestelmä. Energiateollisuus ry. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: <http://www.energia.fi/energia-ja-ymparisto/ilmastonmuutos/paastokauppa>
31. Nasdaq OMX Commodities. Kaupankäynti Nodr Poolissa: Hinnanmuodotumiseen vaikuttavat tekijät [koulutusmateriaali]. 2009. Sertifioitu sähkökauppias-koulutus pidetty 2009
32. Rantamäki, H. Tilanne sähkömarkkinoilla lokakuussa 2011. Kouvola: Kymppivoima Hankinta Oy. Kymppi [asiakaslehti]. 2011. 4. s. 18
33. Pirilä, P. Energiayhtiön riskienhallinta [koulutusmateriaali]. 2009. Sertifioitu sähkökauppias -koulutus pidetty 2009
34. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Etäluettavien mittareiden koeasennukset käynnissä [uutinen 17.3.2011]. 2011. [Viitattu 28.11.2011]. Saatavissa: [http://www.pks.fi/Sivu/pks\\_uutisarkisto](http://www.pks.fi/Sivu/pks_uutisarkisto)
35. Seppälä, A. Enease Oy. Tyypikkäyrämenettelyn laskentaohje. 2007. s. 2-3. [Viitattu 21.2.2012]. Saatavissa: [http://www.energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/yyppikayramenettelyn\\_laskentaohje\\_enease.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/dokumentit/sahkomarkkinat/Sanomaliikenne/yyppikayramenettelyn_laskentaohje_enease.pdf)
36. Motiva Oy & Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. Lämpöä ilmasta [opas]. 2012. [Viitattu 17.1.2012]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/3120/Lampoa\\_ilmassa\\_Ilmalampopumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/3120/Lampoa_ilmassa_Ilmalampopumput.pdf)
37. Motiva Oy & Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. Lämpöä omasta maasta [opas]. 2012. [Viitattu 17.2.2012] Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa\\_omasta\\_maasta\\_maalampopumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/3378/Lampoa_omasta_maasta_maalampopumput.pdf)

38. Laki 1396/2010. Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta. [Viitattu 17.2.2012].
39. Nord Pool. Urgent Market Message UMM. 2008. [Viitattu 19.3.2012] Saatavissa: <http://www.nordpoolspot.com/Message-center-container/UMM-List/>
40. Annual climatological sumary, Säätila Joensuussa. 2010. [Viitattu 19.3.2012]. Saatavissa: [http://weather.jns.fi/history/vuosiraportit/NOAAYR\\_2010.TXT](http://weather.jns.fi/history/vuosiraportit/NOAAYR_2010.TXT)
41. Seppälä, A. Enease Oy. Tuntimittausvelvoitteen laajentamisen vaikutus sähkömarkkinoihin ja tyyppikäyrämenettelyyn. 2004. [Viitattu 21.2.2012]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/15996/Enease\\_Tuntimitt\\_raportti.pdf](http://www.tem.fi/files/15996/Enease_Tuntimitt_raportti.pdf)
42. Koskelainen, A. Pohjoismaisen sähkömarkkinan hintapiikit ja kysyntäjousto [Suomen ElFi Oy:n seminaarimateriaali]. 2010. Sähkön kysyntäjousto-seminaari pidetty 1.9.2010
43. Rantamäki, H. Liiketoiminnan johtaja, johdannaismeklari. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 1.12.2010. Hämäläinen, V-P. (toim.). Etäluettavat sähkömittarit tuovat sähkömarkkinoiden hinnanheittelyt joka kotiin [videohaastattelu]. [Viitattu 1.12.2011]. Saatavissa: <http://areena.yle.fi/video/1494716>
44. Haveri, P. Energiateollisuus ry. Sähkön hintaan tulee lisää vaihtelua [artikkeli, vieraskynä]. 2011. Helsingin Sanomat, 2.11.2011.
45. Energiateollisuus ry. Sähkön kysyntäjousto suurten loppuasiakasryhmien kannalta. 2007. [Viitattu 1.12.2011]. Saatavissa: [http://www.energia.fi/sites/default/files/kysyntajoustoraportti\\_et.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/kysyntajoustoraportti_et.pdf)
46. Bröckl, M., Vehviläinen, I & Virtanen. Examining and proposing measures to activate demand flexibility on the Nordic wholesale electricity market. [E. Gaia Consulting Oy:n loppuraportti]. 2011. [Viitattu 5.3.2012]. Saatavissa: [http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Gaia\\_Promoting\\_demand\\_response\\_20110914.pdf](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Gaia_Promoting_demand_response_20110914.pdf)
47. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Sähkökaupan markkinatutkimus 6/2009 [asiakaskysely sähkön kilpailuttajille]. 2009
48. European Parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy department A: Economic and Scientific policy. Effect of smart metering on electricity prices [muistio]. 2012. [Viitattu 8.3.2012]. Saatavissa: <http://www.europarl.europa.eu/committees/fr/studiesdownload.html?languageDocument=EN&file=67391>
49. Kukkonen, E. Sähkökaupan yritys vastaava, johdannaismeklari. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Haastattelu 16.3.2012
50. Rantamäki, H. Hyötykö kuluttaja? Joensuu: Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Syke [PKS-konsernin henkilöstölehti] 2012. 1. s. 8-9

**Ryhmän 1 tyyppikuormituskäyrä.****Tuntienergiat (wattitunteina) kun vuosienergia-arvio 10 000 kWh.**

Arkilauantaina, juhannus- ja jouluaattona sovelletaan lauantain saraketta. Pyhinä, uudenvuoden päivänä, vappuna ja itsenäisyyspäivänä sovelletaan sunnuntain saraketta.

Tunti	Tammikuu			Helmikuu			Maaliskuu		
	Maanantai- Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai- Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai- Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	894	820	919	790	865	908	669	740	784
01.00-02.00	861	768	796	756	818	814	641	669	684
02.00-03.00	834	746	775	748	788	781	635	658	655
03.00-04.00	837	748	767	756	785	769	636	642	648
04.00-05.00	850	755	770	802	807	773	656	655	651
05.00-06.00	1000	809	816	963	857	809	807	694	671
06.00-07.00	1314	992	960	1271	1022	936	1135	849	777
07.00-08.00	1492	1209	1150	1461	1271	1122	1280	1052	983
08.00-09.00	1397	1451	1333	1340	1463	1310	1187	1188	1136
09.00-10.00	1240	1559	1515	1206	1470	1395	1088	1220	1169
10.00-11.00	1176	1556	1552	1189	1479	1424	1129	1289	1257
11.00-12.00	1150	1643	1650	1123	1506	1458	1067	1345	1310
12.00-13.00	1073	1626	1527	1053	1559	1353	1025	1343	1239
13.00-14.00	1075	1615	1511	1061	1637	1340	999	1481	1177
14.00-15.00	1232	1798	1423	1135	1870	1275	1100	1636	1127
15.00-16.00	1512	2042	1490	1324	1926	1253	1245	1764	1140
16.00-17.00	2008	2514	1780	1651	2174	1406	1417	2011	1266
17.00-18.00	2388	2882	2065	2109	2723	1711	1693	2394	1433
18.00-19.00	2524	3055	2145	2418	2956	2138	1964	2643	1651
19.00-20.00	2476	2829	2251	2436	2803	2116	2171	2773	1818
20.00-21.00	2272	2327	2139	2266	2467	1849	2102	2362	1712
21.00-22.00	1864	1906	1707	1793	1903	1586	1694	1732	1464
22.00-23.00	1392	1523	1341	1288	1474	1219	1165	1323	1105
23.00-24.00	1026	1170	985	949	1116	879	819	992	779

Tunti	Huhtikuu			Toukokuu			Kesäkuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	608	632	676	589	636	729	540	560	577
01.00-02.00	577	593	582	553	593	589	501	532	522
02.00-03.00	570	580	572	546	574	561	486	518	501
03.00-04.00	570	580	565	536	550	546	476	491	488
04.00-05.00	588	587	569	537	540	536	486	490	494
05.00-06.00	702	632	601	648	581	565	577	518	515
06.00-07.00	980	801	740	894	727	677	735	636	624
07.00-08.00	1170	1011	939	1083	963	846	885	799	795
08.00-09.00	1107	1201	1088	1055	1034	964	927	895	898
09.00-10.00	1049	1198	1264	965	1084	1008	916	915	884
10.00-11.00	1069	1250	1366	994	1069	1109	946	1018	954
11.00-12.00	1089	1280	1421	1009	1203	1122	935	1024	981
12.00-13.00	1075	1271	1168	993	1186	1098	901	992	911
13.00-14.00	1007	1364	1149	959	1252	989	872	1013	887
14.00-15.00	1060	1491	1123	1025	1328	942	914	1004	907
15.00-16.00	1217	1590	1081	1199	1357	1120	1046	1044	875
16.00-17.00	1339	1710	1225	1281	1409	1144	1230	1147	1021
17.00-18.00	1491	1960	1365	1419	1763	1275	1289	1214	1142
18.00-19.00	1645	2104	1498	1527	2139	1263	1354	1294	1219
19.00-20.00	1690	2016	1549	1582	1983	1337	1382	1260	1258
20.00-21.00	1686	1956	1485	1540	1867	1286	1382	1191	1163
21.00-22.00	1513	1528	1353	1301	1504	1199	1152	959	1026
22.00-23.00	1079	1154	1022	977	1098	953	876	850	816
23.00-24.00	755	856	704	717	891	729	675	688	656



Tunti	Heinäkuu			Elokuu			Syyskuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	516	537	569	545	567	577	595	649	679
01.00-02.00	474	494	499	509	524	524	555	590	590
02.00-03.00	461	472	470	496	518	510	548	574	563
03.00-04.00	452	452	461	489	504	500	551	572	550
04.00-05.00	446	444	448	495	494	497	568	572	547
05.00-06.00	494	468	472	598	508	501	720	607	587
06.00-07.00	659	603	551	773	597	561	955	740	703
07.00-08.00	827	739	697	933	790	695	1147	941	877
08.00-09.00	892	809	855	942	892	838	1076	1068	1017
09.00-10.00	866	841	858	908	896	886	994	1160	1161
10.00-11.00	920	899	948	959	1135	993	1037	1242	1230
11.00-12.00	940	949	966	982	1215	1012	1006	1397	1218
12.00-13.00	900	973	876	899	1074	903	918	1346	1189
13.00-14.00	886	988	848	868	1085	862	929	1331	1131
14.00-15.00	894	1004	859	929	1083	841	1009	1367	1093
15.00-16.00	1009	1100	775	1068	1145	905	1187	1524	1278
16.00-17.00	1097	1211	864	1332	1289	1157	1457	1753	1283
17.00-18.00	1240	1447	1130	1359	1372	1288	1648	1837	1364
18.00-19.00	1318	1339	1250	1484	1424	1584	1806	1950	1440
19.00-20.00	1348	1222	1097	1591	1485	1428	1910	1871	1565
20.00-21.00	1250	1229	1141	1551	1391	1289	1890	1990	1613
21.00-22.00	1064	1072	1021	1294	1148	1124	1581	1625	1319
22.00-23.00	828	801	818	958	940	938	1080	1114	989
23.00-24.00	655	665	650	688	722	653	745	873	692

Tunti	Lokakuu			Marraskuu			Joulukuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	615	668	722	633	699	733	761	810	788
01.00-02.00	585	623	616	603	635	617	704	715	691
02.00-03.00	578	599	594	592	606	593	688	689	661
03.00-04.00	580	595	589	593	600	574	696	681	657
04.00-05.00	594	586	586	616	599	573	721	681	657
05.00-06.00	774	641	635	776	655	609	850	751	710
06.00-07.00	1045	819	768	1132	864	730	1146	917	847
07.00-08.00	1225	1052	927	1373	1085	952	1404	1218	1054
08.00-09.00	1154	1246	1148	1320	1307	1199	1457	1444	1306
09.00-10.00	1044	1283	1222	1130	1312	1370	1369	1546	1506
10.00-11.00	1093	1308	1308	1091	1375	1396	1353	1517	1571
11.00-12.00	1007	1327	1367	1030	1330	1392	1292	1538	1563
12.00-13.00	916	1356	1233	953	1330	1332	1238	1666	1559
13.00-14.00	941	1438	1179	989	1431	1214	1277	1738	1494
14.00-15.00	1049	1652	1124	1150	1600	1177	1385	1944	1455
15.00-16.00	1278	1747	1218	1480	1864	1305	1687	2367	1580
16.00-17.00	1609	2026	1354	1899	2429	1533	2062	2820	1797
17.00-18.00	2010	2406	1702	2258	2724	1906	2342	3146	1953
18.00-19.00	2305	2710	1837	2377	2608	1893	2409	3010	2050
19.00-20.00	2184	2565	1883	2301	2241	1841	2301	2661	2002
20.00-21.00	1980	2101	1724	2090	1858	1636	2152	2369	1908
21.00-22.00	1600	1559	1370	1726	1532	1392	1825	1802	1629
22.00-23.00	1114	1198	1019	1168	1221	1066	1342	1444	1343
23.00-24.00	776	922	721	814	969	722	958	1081	902

**Ryhmän 2 tyyppikuormituskäyrä.****Tuntienergiat (wattitunteina) kun vuosienergia-arvio on 10 000 kWh.**

Arkilauantaina, juhannus- ja jouluaattona sovelletaan lauantain saraketta. Pyhinä, uudenvuoden päivänä, vappuna ja itsenäisyyspäivänä sovelletaan sunnuntain saraketta.

Tunti	Tammikuu			Helmikuu			Maaliskuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	2538	2537	2721	2435	2579	2547	2151	2229	2352
01.00-02.00	2348	2300	2485	2282	2387	2347	1924	1966	2082
02.00-03.00	2191	2127	2293	2180	2280	2205	1757	1780	1887
03.00-04.00	2024	1915	2068	2074	2189	2076	1607	1597	1676
04.00-05.00	1903	1805	1986	1911	2024	1967	1497	1479	1558
05.00-06.00	1881	1698	1822	1837	1901	1892	1477	1415	1494
06.00-07.00	1856	1564	1703	1822	1754	1699	1501	1363	1387
07.00-08.00	1638	1383	1438	1602	1511	1514	1354	1243	1287
08.00-09.00	1544	1427	1515	1504	1548	1559	1281	1295	1301
09.00-10.00	1505	1525	1594	1486	1582	1673	1222	1305	1368
10.00-11.00	1522	1578	1725	1493	1678	1701	1192	1302	1401
11.00-12.00	1591	1770	1818	1531	1703	1710	1239	1409	1485
12.00-13.00	1536	1703	1797	1448	1680	1636	1157	1334	1399
13.00-14.00	1528	1661	1696	1397	1625	1539	1114	1295	1293
14.00-15.00	1506	1652	1687	1358	1634	1520	1106	1272	1261
15.00-16.00	1534	1725	1705	1384	1701	1531	1127	1375	1220
16.00-17.00	1659	1951	1768	1491	1821	1605	1188	1457	1260
17.00-18.00	1744	2046	1830	1654	2165	1757	1308	1760	1331
18.00-19.00	1873	2048	1861	1816	2224	1842	1485	1936	1434
19.00-20.00	1917	1988	1860	1864	2171	1833	1628	1915	1570
20.00-21.00	1889	1836	1857	1833	1974	1811	1644	1767	1579
21.00-22.00	2129	2126	2100	2043	2095	1963	1852	1989	1828
22.00-23.00	2854	2940	2887	2756	2888	2711	2572	2760	2524
23.00-24.00	2750	2865	2859	2653	2826	2681	2448	2609	2547

Tunti	Huhtikuu			Toukokuu			Kesäkuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	1893	1926	2007	1323	1448	1466	916	1026	964
01.00-02.00	1550	1560	1624	999	1111	1105	735	795	781
02.00-03.00	1403	1358	1448	856	953	943	642	690	689
03.00-04.00	1229	1231	1250	741	801	800	534	565	601
04.00-05.00	1110	1136	1107	687	709	746	508	505	554
05.00-06.00	1102	1102	1044	661	670	655	471	472	512
06.00-07.00	1161	1088	1030	739	631	584	510	394	427
07.00-08.00	1158	1061	1010	765	680	564	535	429	425
08.00-09.00	973	955	902	618	623	569	439	451	427
09.00-10.00	951	973	950	597	668	660	460	499	486
10.00-11.00	904	981	984	603	692	701	498	568	503
11.00-12.00	884	1018	1010	592	735	752	502	617	554
12.00-13.00	868	1007	996	552	715	727	459	599	595
13.00-14.00	815	938	896	550	683	670	449	554	582
14.00-15.00	780	940	860	523	701	645	433	545	515
15.00-16.00	814	977	849	555	748	581	442	602	489
16.00-17.00	866	1047	863	601	834	566	515	639	514
17.00-18.00	960	1276	911	683	1033	611	577	729	548
18.00-19.00	1019	1401	927	763	1155	670	649	788	587
19.00-20.00	1095	1432	971	822	1162	695	669	773	630
20.00-21.00	1187	1360	1058	885	1064	740	702	826	616
21.00-22.00	1213	1306	1077	884	1003	762	708	723	642
22.00-23.00	1407	1542	1315	1129	1185	1072	944	951	864
23.00-24.00	1983	2141	1936	1526	1715	1566	1148	1209	1162

Tunti	Heinäkuu			Elokuu			Syyskuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	874	911	891	863	959	973	1077	1131	1146
01.00-02.00	674	732	733	687	706	780	881	874	890
02.00-03.00	567	623	587	603	630	659	748	705	734
03.00-04.00	473	442	498	497	502	510	619	631	573
04.00-05.00	395	351	412	419	404	405	566	567	490
05.00-06.00	363	317	397	411	384	406	606	547	483
06.00-07.00	397	310	330	496	377	393	735	594	518
07.00-08.00	451	383	329	568	448	374	830	657	550
08.00-09.00	388	394	352	470	498	418	636	602	561
09.00-10.00	425	434	398	477	526	487	608	644	640
10.00-11.00	460	490	480	495	621	566	581	705	717
11.00-12.00	479	509	539	503	600	620	565	726	726
12.00-13.00	448	507	553	470	590	583	544	729	701
13.00-14.00	419	538	492	456	618	569	540	655	620
14.00-15.00	409	518	462	430	603	497	529	670	561
15.00-16.00	420	574	403	477	638	527	555	698	574
16.00-17.00	469	634	447	528	701	527	649	767	640
17.00-18.00	531	707	471	598	799	594	714	987	719
18.00-19.00	580	778	504	647	926	634	798	1183	731
19.00-20.00	605	888	538	689	946	649	927	1216	818
20.00-21.00	666	803	541	770	972	693	1029	1128	902
21.00-22.00	684	740	608	809	927	747	961	1026	851
22.00-23.00	831	863	796	962	990	860	973	950	1014
23.00-24.00	1012	957	971	1151	1239	1052	1423	1487	1256

Tunti	Lokakuu			Marraskuu			Joulukuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	1232	1197	1257	1817	1773	1729	2100	1999	2082
01.00-02.00	1048	990	1069	1526	1493	1479	1808	1701	1740
02.00-03.00	906	903	949	1340	1373	1288	1625	1479	1481
03.00-04.00	833	836	853	1257	1319	1162	1482	1357	1331
04.00-05.00	781	775	763	1164	1171	1064	1396	1274	1203
05.00-06.00	781	774	747	1171	1148	998	1380	1270	1191
06.00-07.00	865	789	738	1182	1050	889	1409	1234	1093
07.00-08.00	866	724	692	1137	951	782	1309	1080	1003
08.00-09.00	827	760	743	1052	1008	842	1286	1144	1050
09.00-10.00	779	811	827	1018	1053	943	1303	1234	1200
10.00-11.00	763	881	915	1015	1166	1066	1339	1276	1338
11.00-12.00	786	930	988	1085	1253	1209	1462	1418	1421
12.00-13.00	718	900	915	1024	1273	1137	1403	1376	1391
13.00-14.00	711	893	845	1010	1245	1058	1382	1395	1344
14.00-15.00	727	950	821	1029	1238	1032	1412	1494	1338
15.00-16.00	768	985	863	1123	1335	1105	1463	1582	1389
16.00-17.00	882	1189	944	1263	1578	1214	1547	1837	1414
17.00-18.00	1051	1442	1018	1397	1869	1261	1626	1922	1428
18.00-19.00	1195	1683	1100	1529	1875	1293	1694	1953	1470
19.00-20.00	1266	1594	1092	1572	1694	1298	1707	1855	1445
20.00-21.00	1269	1385	1098	1543	1531	1252	1675	1658	1447
21.00-22.00	1270	1305	1138	1681	1620	1385	1959	1838	1678
22.00-23.00	2100	2117	2055	2511	2478	2233	2673	2534	2496
23.00-24.00	1787	1869	1783	2308	2318	2100	2497	2421	2368

**Ryhmien 3 ja 4 tyyppikuormituskäyrä.**  
**Tuntienergiat (wattitunteina) kun vuosienenergia-arvio on 10 000 kWh.**

Arkilauantaina, juhannus- ja jouluaattona sovelletaan lauantain saraketta. Pyhinä, uudenvuoden päivänä, vappuna ja itsenäisyyspäivänä sovelletaan sunnuntain saraketta.

Tunti	Tammikuu			Helmikuu			Maaliskuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	594	529	498	596	567	507	569	503	485
01.00-02.00	590	527	498	594	560	505	564	501	480
02.00-03.00	589	509	495	604	554	503	567	496	484
03.00-04.00	608	519	511	622	549	503	583	490	476
04.00-05.00	636	512	514	656	552	503	619	497	484
05.00-06.00	746	533	533	779	570	518	743	520	492
06.00-07.00	1220	611	565	1253	657	572	1191	611	535
07.00-08.00	2403	740	625	2400	807	694	2407	766	665
08.00-09.00	2794	832	690	2750	862	717	2798	848	724
09.00-10.00	2820	844	698	2768	884	726	2788	870	725
10.00-11.00	2870	869	741	2803	931	758	2863	895	773
11.00-12.00	2650	878	751	2574	928	754	2584	882	771
12.00-13.00	2829	893	785	2750	925	772	2789	888	779
13.00-14.00	2790	863	794	2720	883	769	2749	874	793
14.00-15.00	2719	816	804	2627	848	753	2642	831	777
15.00-16.00	2272	750	762	2164	783	736	2193	726	721
16.00-17.00	1401	643	772	1329	658	634	1315	588	609
17.00-18.00	1236	644	720	1187	660	660	1166	555	588
18.00-19.00	1168	586	757	1118	630	664	1095	533	597
19.00-20.00	1051	560	646	1000	607	642	1010	529	612
20.00-21.00	903	520	616	880	573	628	891	508	587
21.00-22.00	767	505	586	754	552	605	763	487	556
22.00-23.00	677	491	564	647	544	573	636	483	536
23.00-24.00	629	493	569	618	536	570	593	485	523

Tunti	Huhtikuu			Toukokuu			Kesäkuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	514	478	438	487	442	419	451	392	351
01.00-02.00	518	476	441	477	430	408	439	386	337
02.00-03.00	522	466	440	481	415	407	434	383	329
03.00-04.00	541	469	439	495	409	410	445	348	320
04.00-05.00	572	475	450	532	389	401	477	330	305
05.00-06.00	681	500	474	642	392	401	597	335	317
06.00-07.00	1109	628	542	1046	496	508	1032	435	386
07.00-08.00	2211	901	806	2216	625	642	2106	555	492
08.00-09.00	2580	1028	896	2677	694	695	2520	623	551
09.00-10.00	2567	1040	915	2682	739	720	2540	676	593
10.00-11.00	2626	1058	931	2759	767	743	2613	710	620
11.00-12.00	2363	999	879	2481	770	741	2398	721	623
12.00-13.00	2583	1044	932	2716	740	762	2592	726	642
13.00-14.00	2546	1026	937	2668	715	724	2563	707	640
14.00-15.00	2446	955	895	2573	702	682	2457	695	621
15.00-16.00	2068	822	790	2210	604	604	2089	623	574
16.00-17.00	1300	641	643	1330	534	532	1314	534	519
17.00-18.00	1147	600	601	1138	514	495	1143	493	494
18.00-19.00	1055	558	567	1029	471	491	1031	470	482
19.00-20.00	953	529	540	943	463	476	922	449	470
20.00-21.00	826	491	511	812	430	447	805	405	432
21.00-22.00	714	472	500	694	408	432	677	367	393
22.00-23.00	590	452	472	584	393	424	545	342	368
23.00-24.00	530	440	461	507	388	428	466	327	362



Tunti	Heinäkuu			Elokuu			Syyskuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	386	344	310	508	456	412	480	418	367
01.00-02.00	369	339	310	494	443	402	471	411	367
02.00-03.00	364	327	302	492	442	398	475	404	360
03.00-04.00	377	316	290	523	432	391	503	398	358
04.00-05.00	401	306	285	560	428	397	548	391	349
05.00-06.00	485	313	289	706	444	402	691	416	366
06.00-07.00	717	360	322	1133	558	480	1150	524	454
07.00-08.00	1182	462	418	2129	744	619	2175	684	587
08.00-09.00	1447	524	470	2476	814	687	2544	757	650
09.00-10.00	1483	553	508	2523	862	700	2583	805	683
10.00-11.00	1537	585	526	2559	891	726	2626	842	704
11.00-12.00	1473	595	529	2358	894	725	2429	813	714
12.00-13.00	1522	589	535	2510	925	747	2604	837	763
13.00-14.00	1490	569	534	2487	903	763	2564	799	755
14.00-15.00	1424	549	525	2377	833	739	2463	739	701
15.00-16.00	1230	515	489	2009	720	644	2082	645	620
16.00-17.00	853	449	430	1293	588	530	1316	535	510
17.00-18.00	739	410	400	1092	537	505	1138	498	473
18.00-19.00	679	374	372	980	490	480	1018	475	444
19.00-20.00	627	363	352	873	460	458	902	422	433
20.00-21.00	565	345	353	755	433	441	773	411	428
21.00-22.00	492	317	332	660	422	462	661	407	426
22.00-23.00	433	309	325	570	409	444	549	391	415
23.00-24.00	396	311	323	524	414	439	502	374	407

Tunti	Lokakuu			Marraskuu			Joulukuu		
	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai	Maanantai – Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
00.00-01.00	525	484	416	550	498	467	581	514	461
01.00-02.00	522	481	416	546	497	466	579	526	452
02.00-03.00	520	475	405	554	496	459	591	517	463
03.00-04.00	541	473	403	590	491	460	615	512	463
04.00-05.00	607	467	408	641	494	459	662	514	457
05.00-06.00	758	486	426	784	547	493	795	549	483
06.00-07.00	1220	643	528	1228	704	555	1224	639	514
07.00-08.00	2303	792	637	2406	856	661	2281	747	551
08.00-09.00	2692	874	693	2777	898	714	2622	803	595
09.00-10.00	2703	935	718	2774	946	730	2606	821	596
10.00-11.00	2762	966	769	2842	950	755	2662	833	606
11.00-12.00	2524	955	753	2541	918	730	2433	819	620
12.00-13.00	2743	972	777	2792	920	772	2614	820	626
13.00-14.00	2681	927	778	2732	863	757	2544	798	615
14.00-15.00	2597	849	738	2624	768	731	2429	712	608
15.00-16.00	2167	733	653	2239	697	664	2068	654	590
16.00-17.00	1356	613	554	1364	647	612	1314	598	574
17.00-18.00	1186	604	559	1203	606	678	1166	572	549
18.00-19.00	1100	581	549	1121	558	640	1083	539	527
19.00-20.00	966	532	545	992	518	494	971	506	531
20.00-21.00	835	498	521	860	482	490	842	493	512
21.00-22.00	712	470	493	715	466	468	729	466	486
22.00-23.00	616	418	464	630	457	454	652	468	499
23.00-24.00	564	413	467	578	452	461	602	457	512

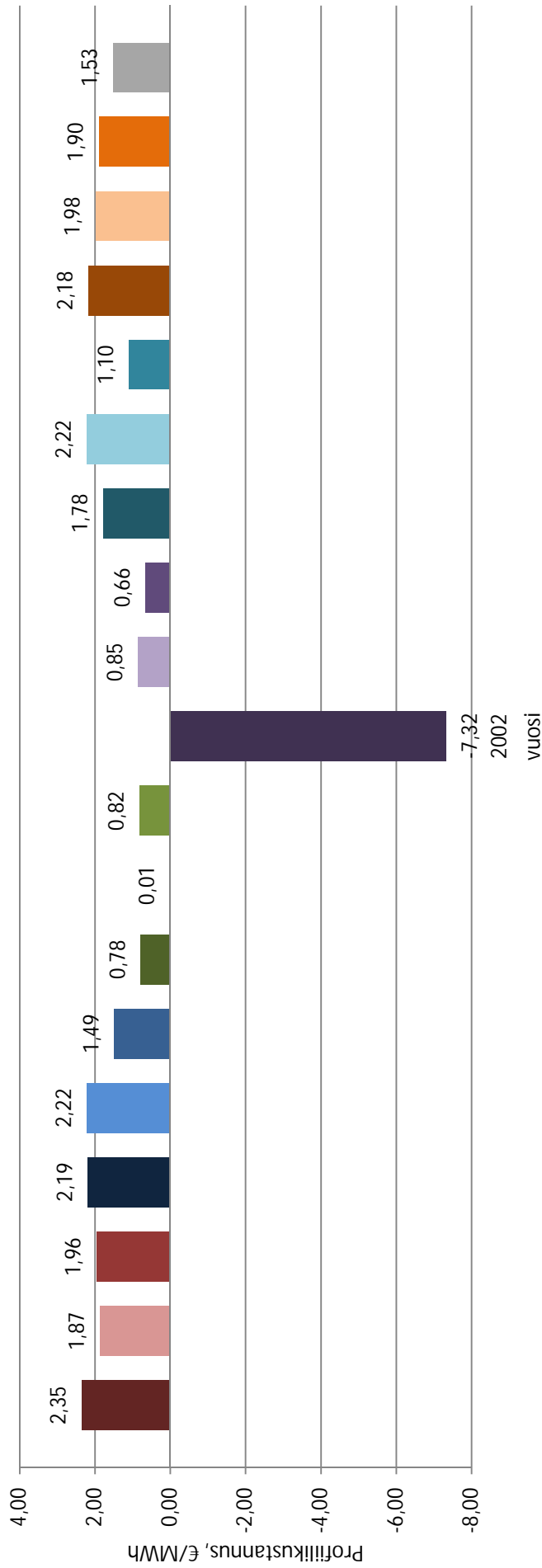
**Lämpötilakorjaus ryhmälle 2**

Siltä osin kuin ulkolämpötila poikkeaa mallien perusteena käytetystä peruslämpötilasta, lisätään tuntienergiaa 4 prosenttia jokaista astetta kohti, jolla ulkolämpötila alittaa taulukon peruslämpötilat.

Tuntienergiaa vähennetään 4 prosenttia jokaista astetta kohti, jolla ulkolämpötila ylittää taulukon peruslämpötilan. Muutos lasketaan siltä osin kuin ulkolämpötila ja peruslämpötila alittavat + 15°C.

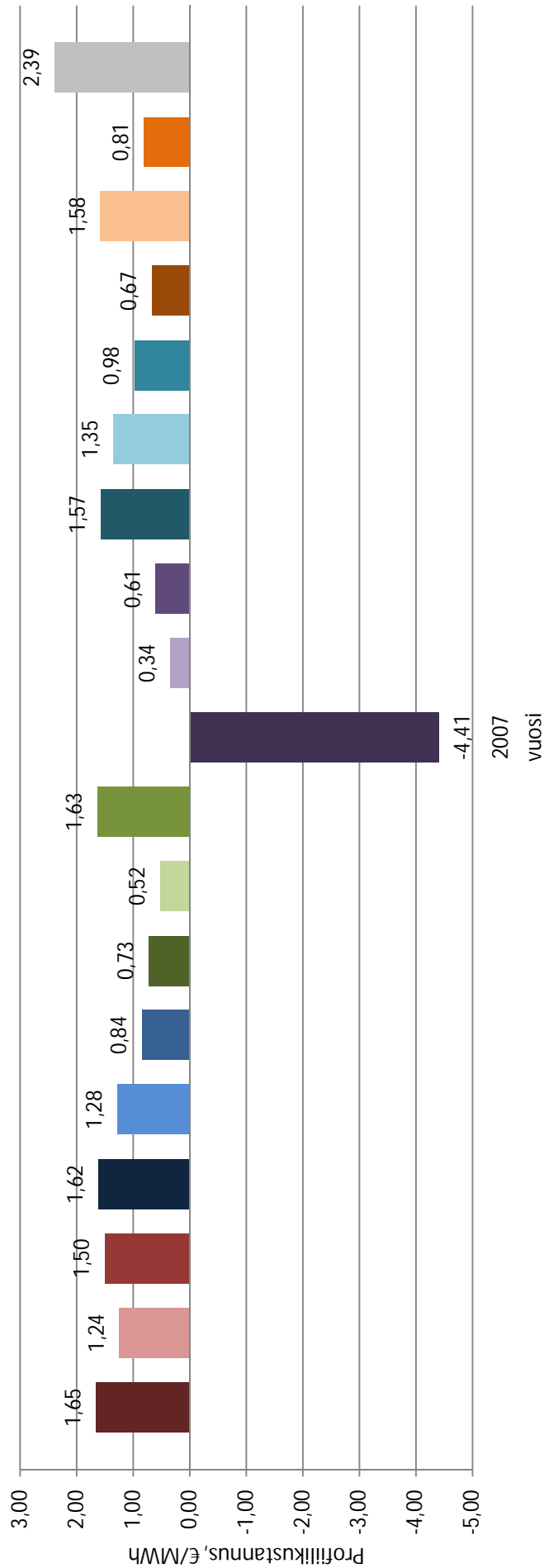
Kuukausi	°C
Tammikuu	- 8,7
Helmikuu	- 8,9
Maaliskuu	- 5,4
Huhtikuu	1,3
Toukokuu	8,1
Kesäkuu	13,5
Heinäkuu	16,8
Elokuu	14,8
Syyskuu	9,6
Lokakuu	3,8
Marraskuu	- 0,8
Joulukuu	- 4,8

## Profiilikustannuksia v. 2002



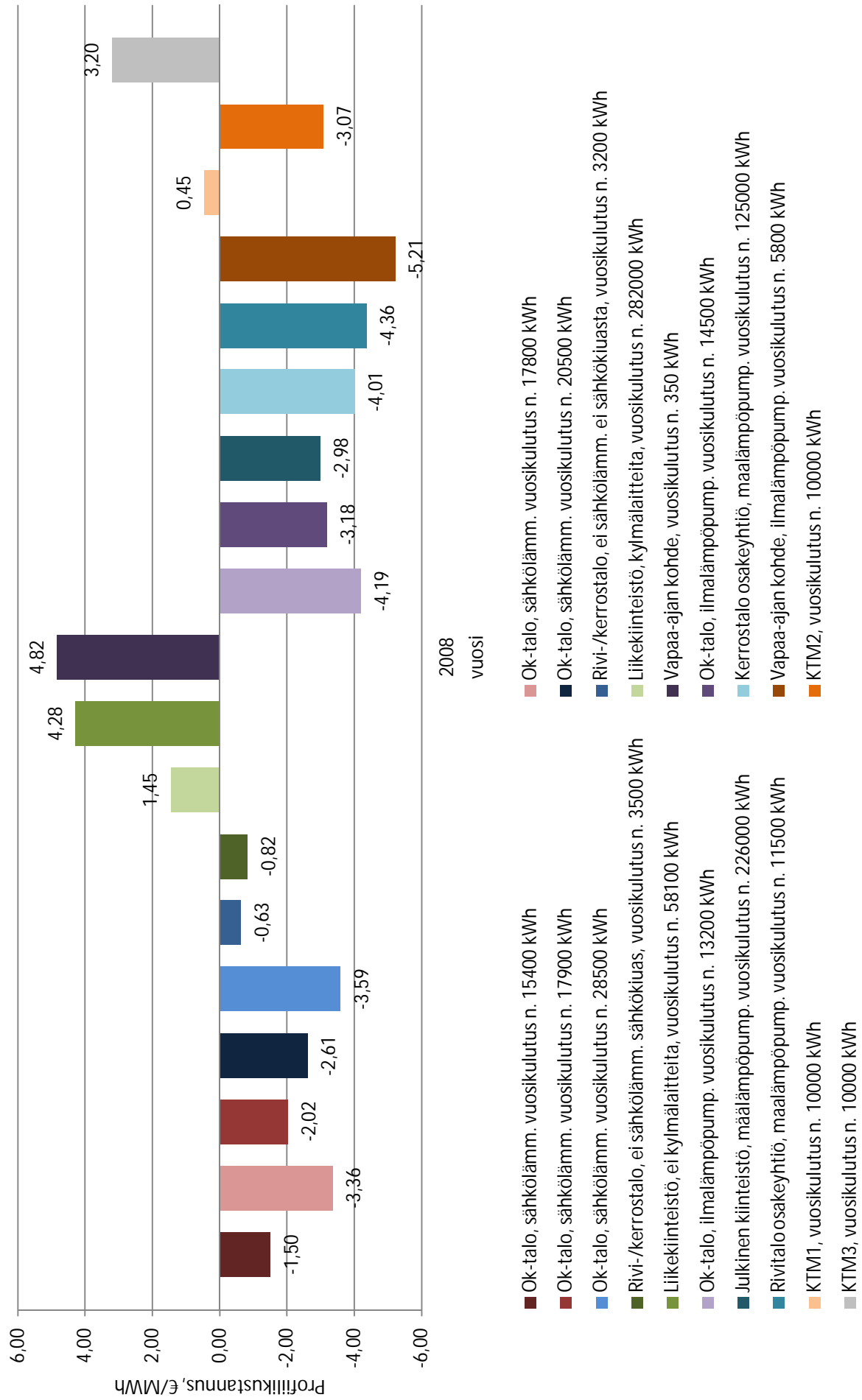
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 15400 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17900 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 28500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. vuosikulutus n. 3500 kWh
- Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita, vuosikulutus n. 58100 kWh
- Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita, vuosikulutus n. 13200 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 226000 kWh
- Julkinen kiinteistö, määlämpöpump. vuosikulutus n. 11500 kWh
- Rivitalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM1, vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM3, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17800 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 20500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. vuosikulutus n. 3200 kWh
- Liikekiinteistö, kylmälaitteita, vuosikulutus n. 282000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, vuosikulutus n. 350 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 14500 kWh
- Kerrostalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 125000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 5800 kWh
- KTM2, vuosikulutus n. 10000 kWh

## Profiilikustannuksia v. 2007

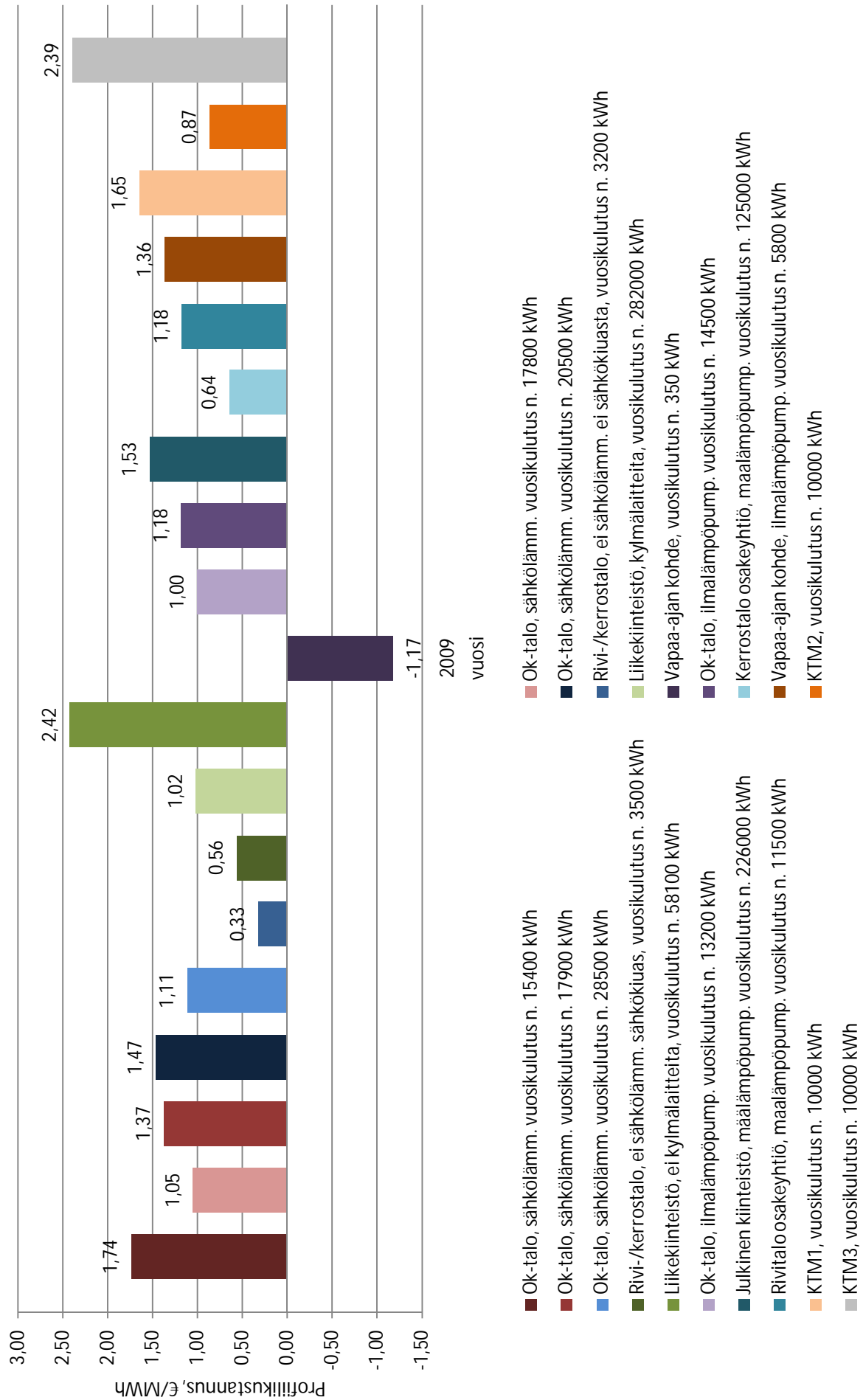


- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 15400 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17900 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 28500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. sähkökuuas, vuosikulutus n. 3500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. vuosikulutus n. 58100 kWh
- Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita, vuosikulutus n. 13200 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 226000 kWh
- Julkinen kiinteistö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 11500 kWh
- Rivitalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM1, vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM3, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 14500 kWh
- Kerrostalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 125000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 5800 kWh
- KTM2, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17800 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 20500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. ei sähkökuuas, vuosikulutus n. 3200 kWh

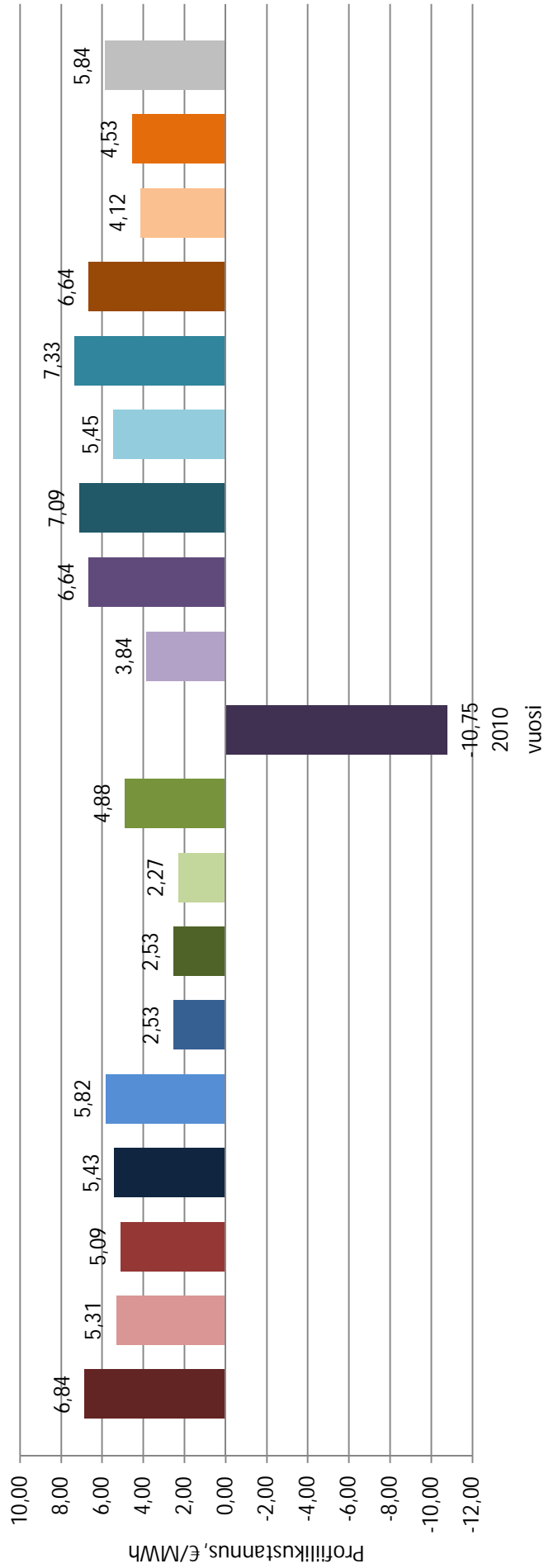
## Profiilikustannuksia v. 2008



## Profiilikustannuksia v. 2009



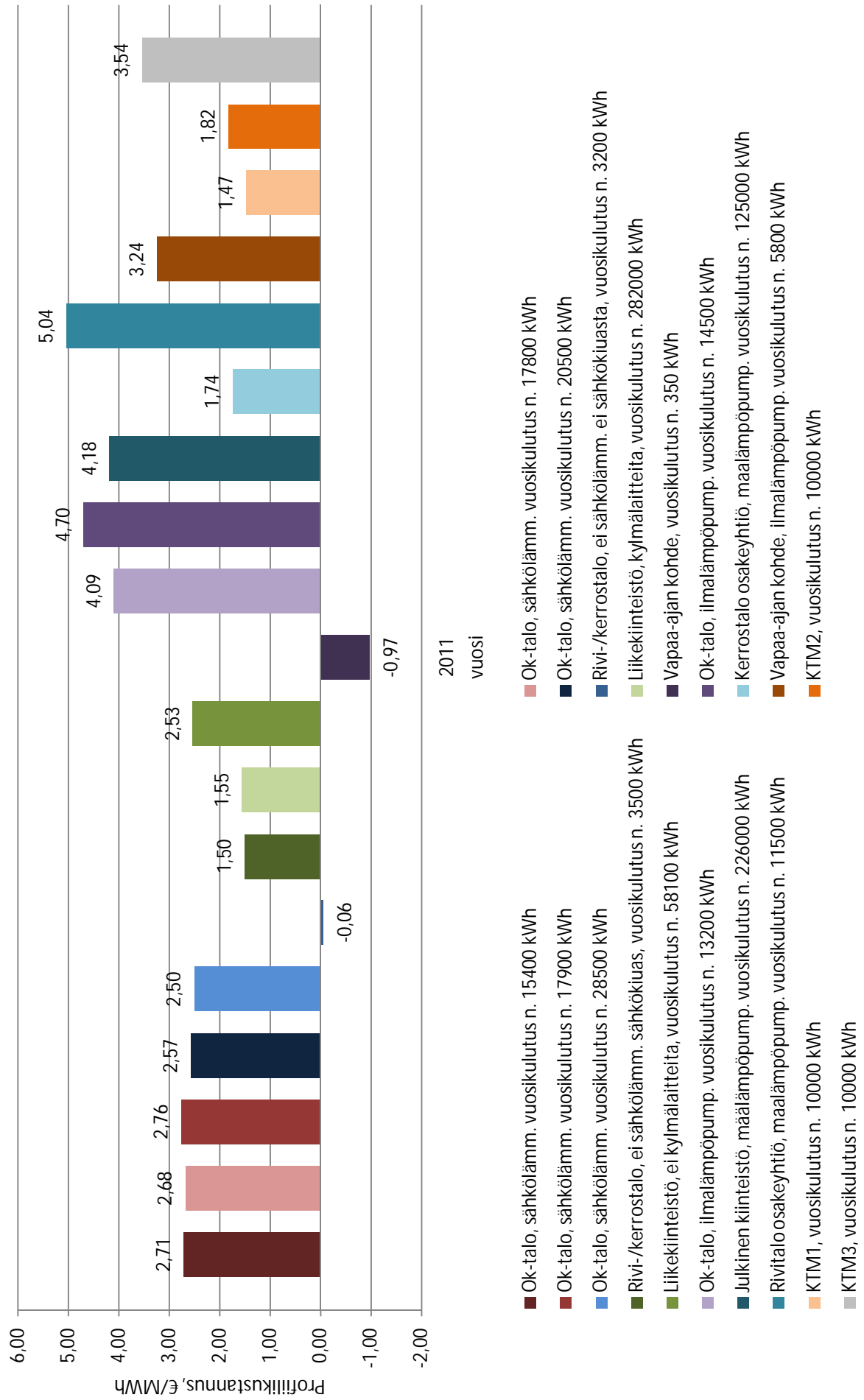
## Profiilikustannuksia v. 2010



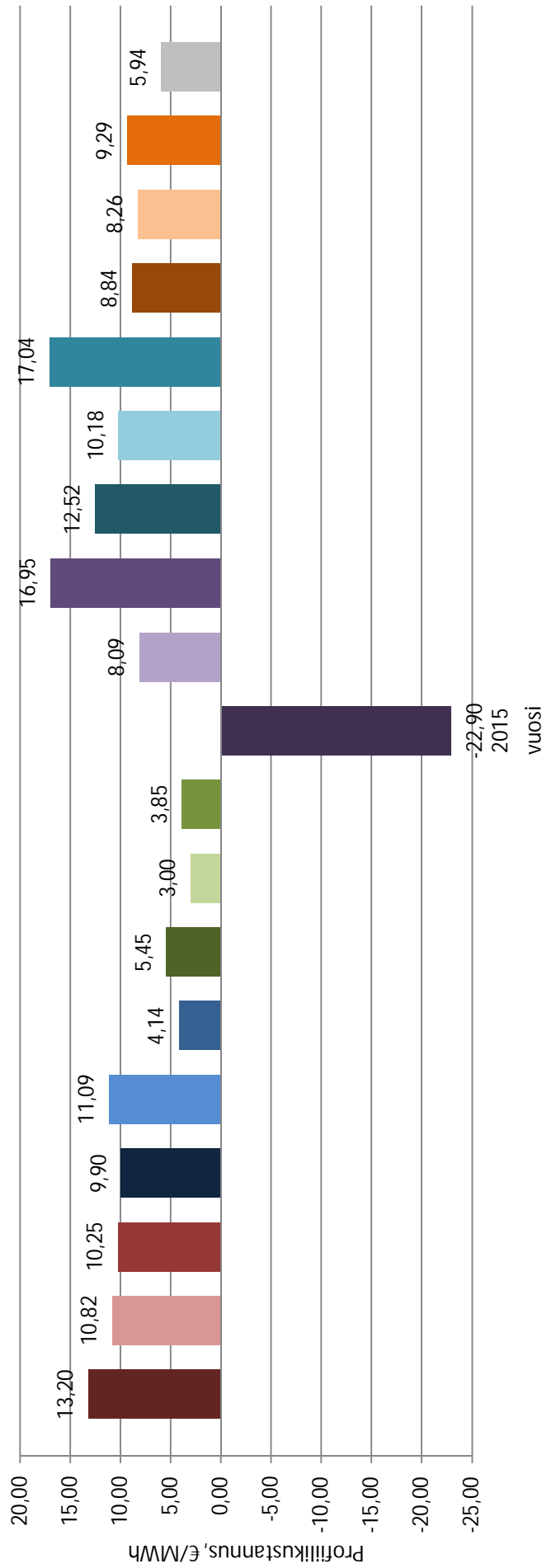
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17800 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17900 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 28500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. sähkökuias, vuosikulutus n. 3500 kWh
- Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita, vuosikulutus n. 58100 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 13200 kWh
- Julkinen kiinteistö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 226000 kWh
- Rivitalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 11500 kWh
- KTM1, vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM3, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 14500 kWh
- Kerrostalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 125000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 5800 kWh
- KTM2, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 14500 kWh



## Profiilikustannuksia v. 2011

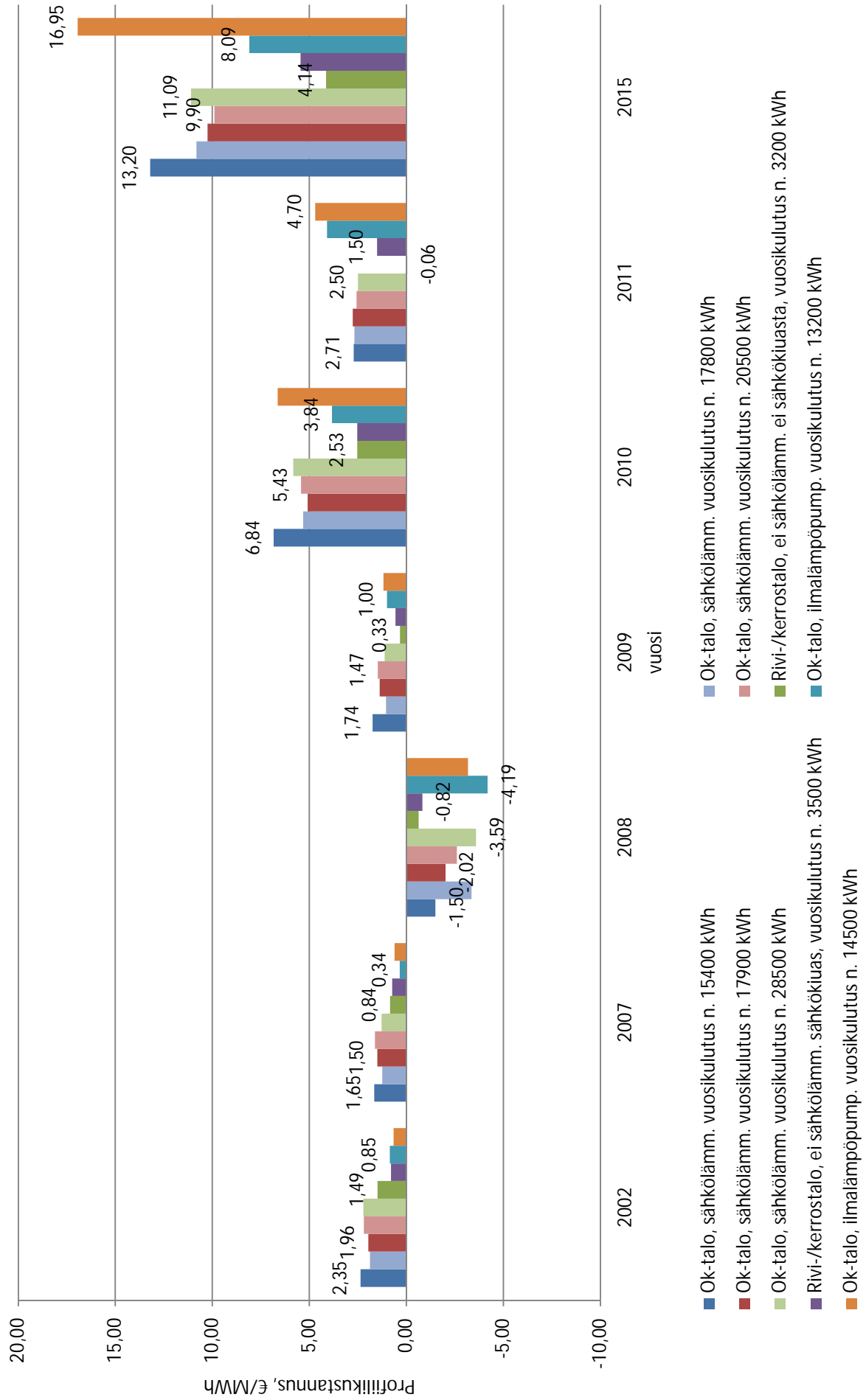


## Profiilikustannuksia v. 2015

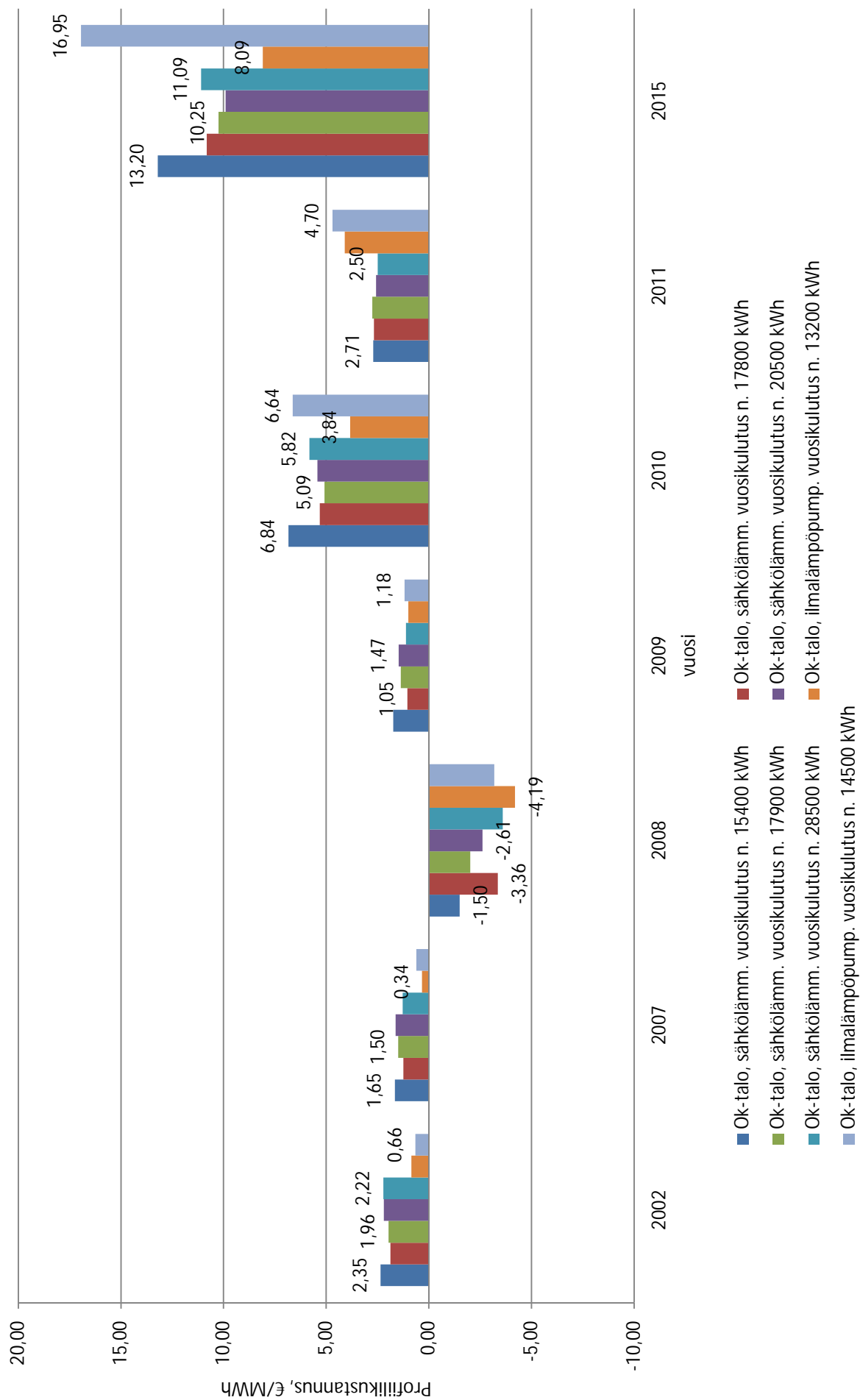


- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 15400 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17900 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 28500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. sähkökuuas, vuosikulutus n. 3500 kWh
- Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita, vuosikulutus n. 58100 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 13200 kWh
- Julkinen kiinteistö, määlämpöpump. vuosikulutus n. 226000 kWh
- Rivitalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 11500 kWh
- KTM1, vuosikulutus n. 10000 kWh
- KTM3, vuosikulutus n. 10000 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 17800 kWh
- Ok-talo, sähkölämm. vuosikulutus n. 20500 kWh
- Rivi-/kerrostalo, ei sähkölämm. ei sähkökuuasta, vuosikulutus n. 3200 kWh
- Liikekiinteistö, kylmälaitteita, vuosikulutus n. 282000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, vuosikulutus n. 350 kWh
- Ok-talo, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 14500 kWh
- Kerrostalo osakeyhtiö, maalämpöpump. vuosikulutus n. 125000 kWh
- Vapaa-ajan kohde, ilmalämpöpump. vuosikulutus n. 5800 kWh
- KTM2, vuosikulutus n. 10000 kWh

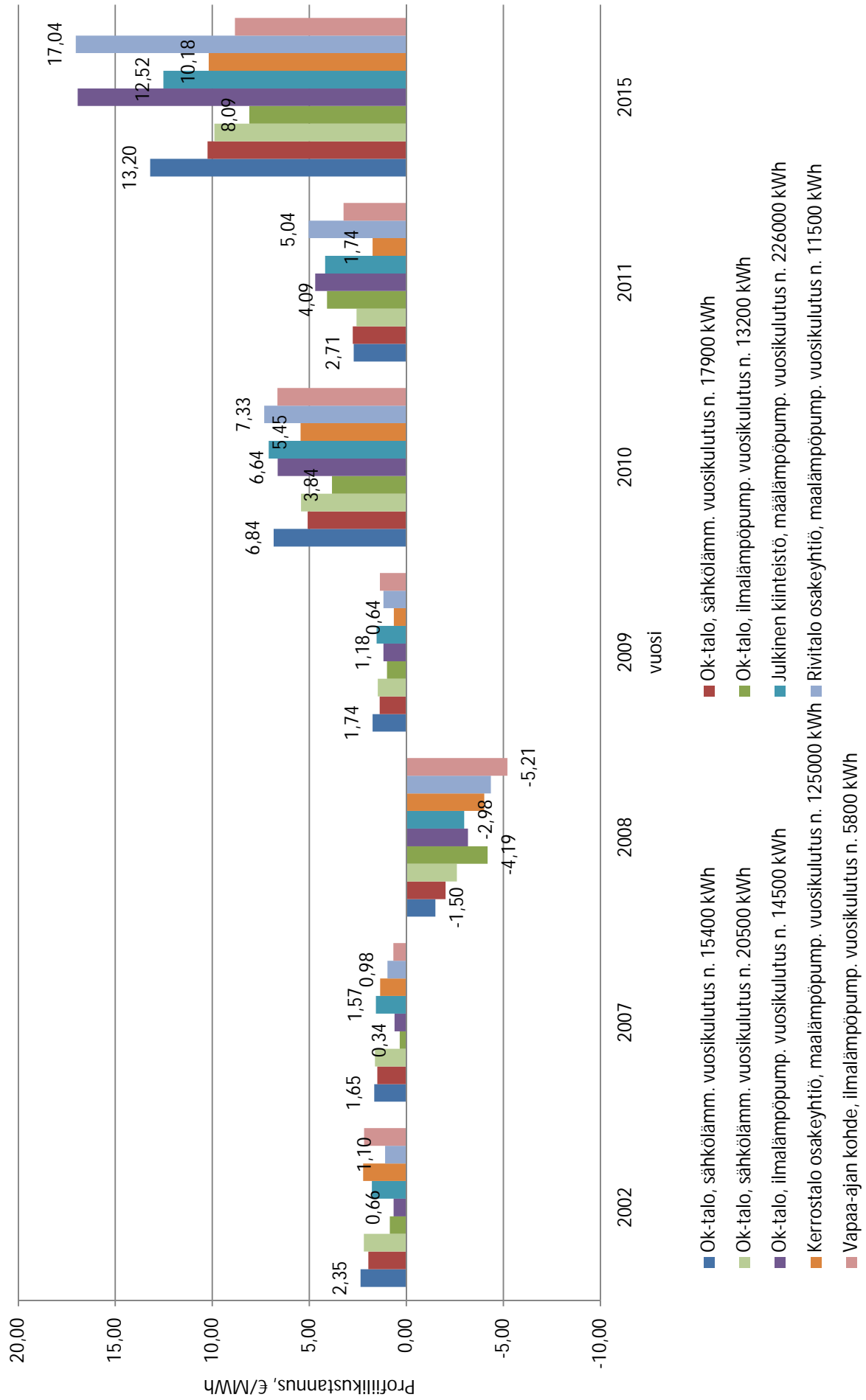
## Profiilikustannuksia, asuintalot



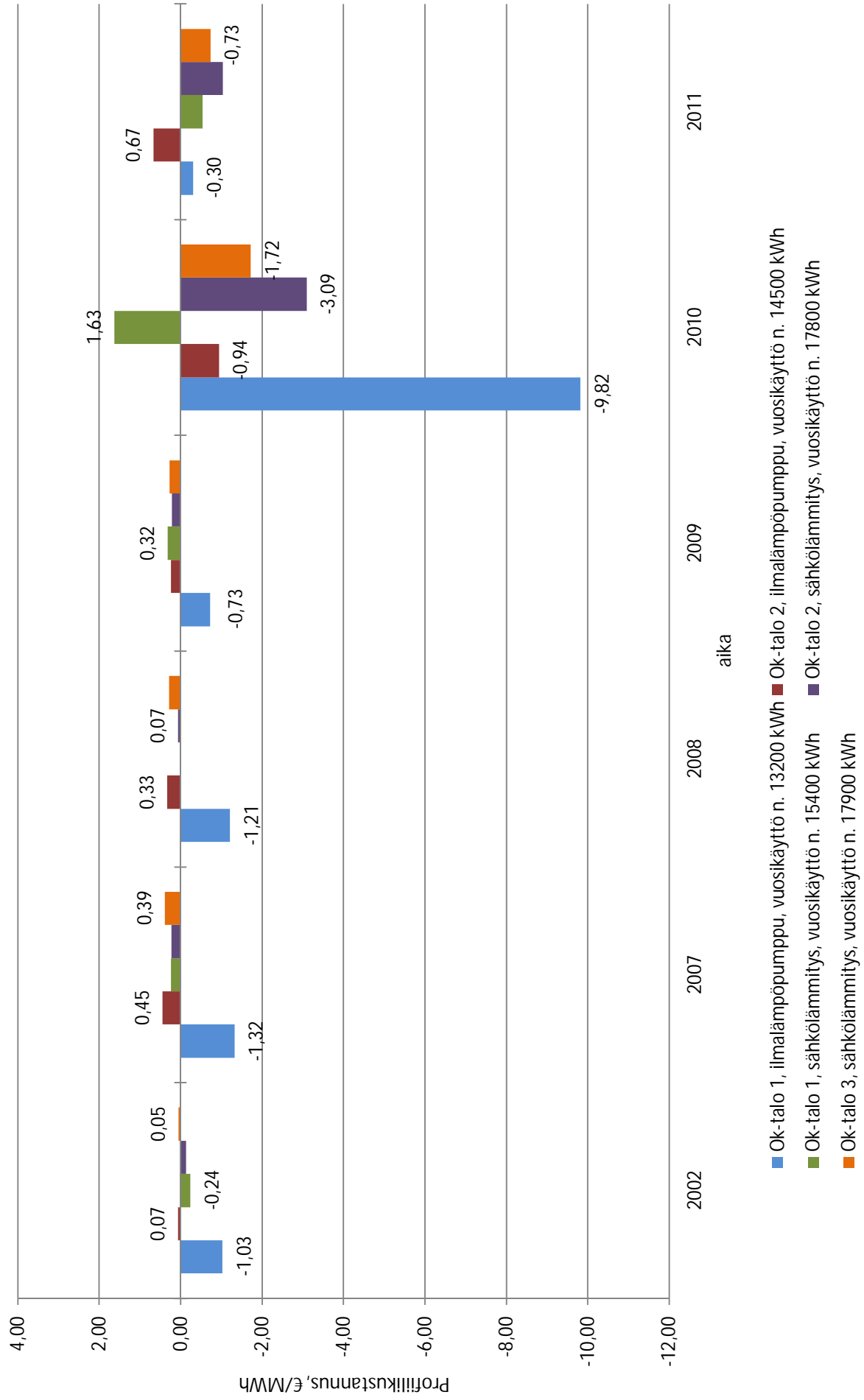
## Profiilikustannuksia, ok-talot



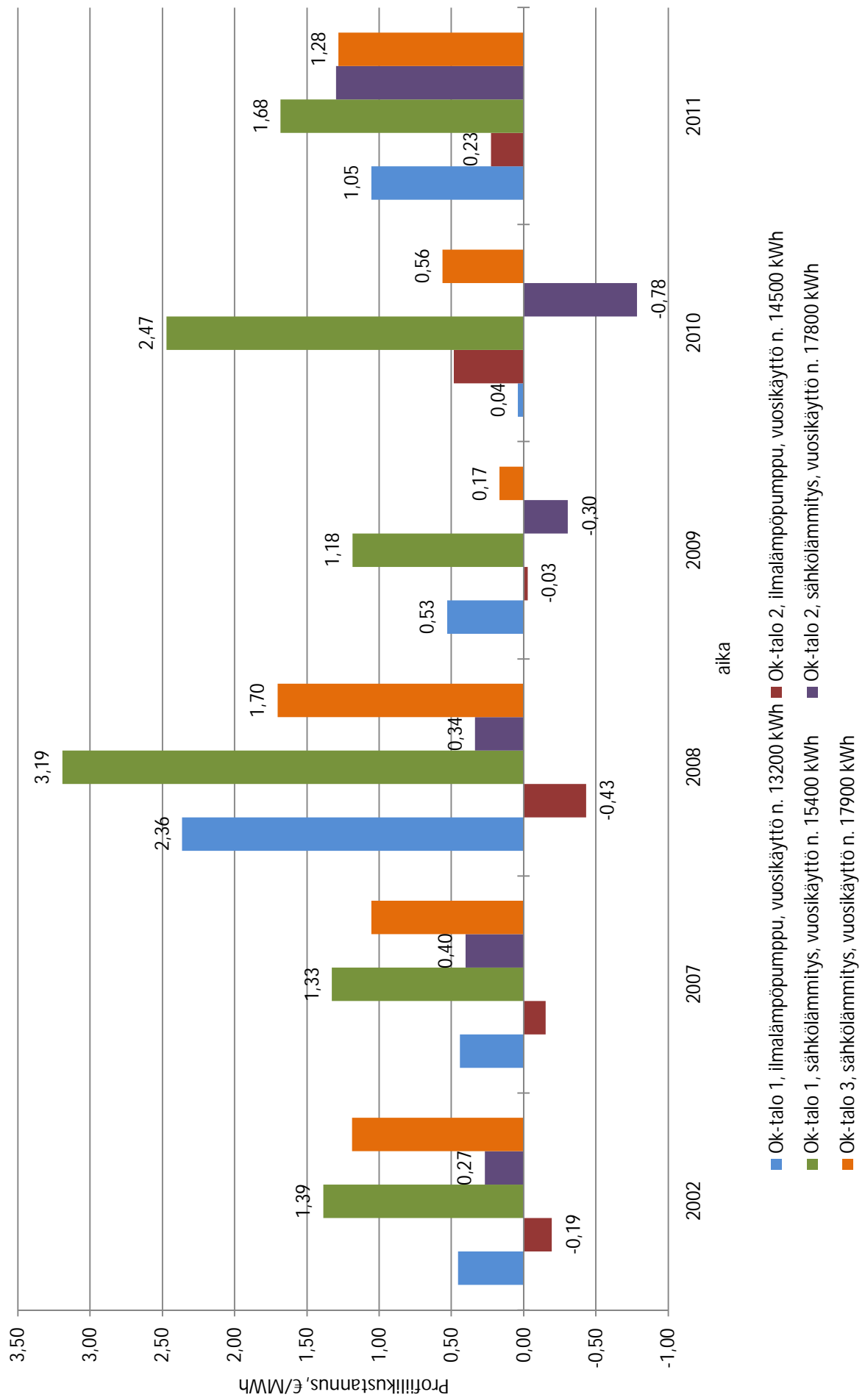
## Profiilikustannuksia, lämpöpumppukohteet



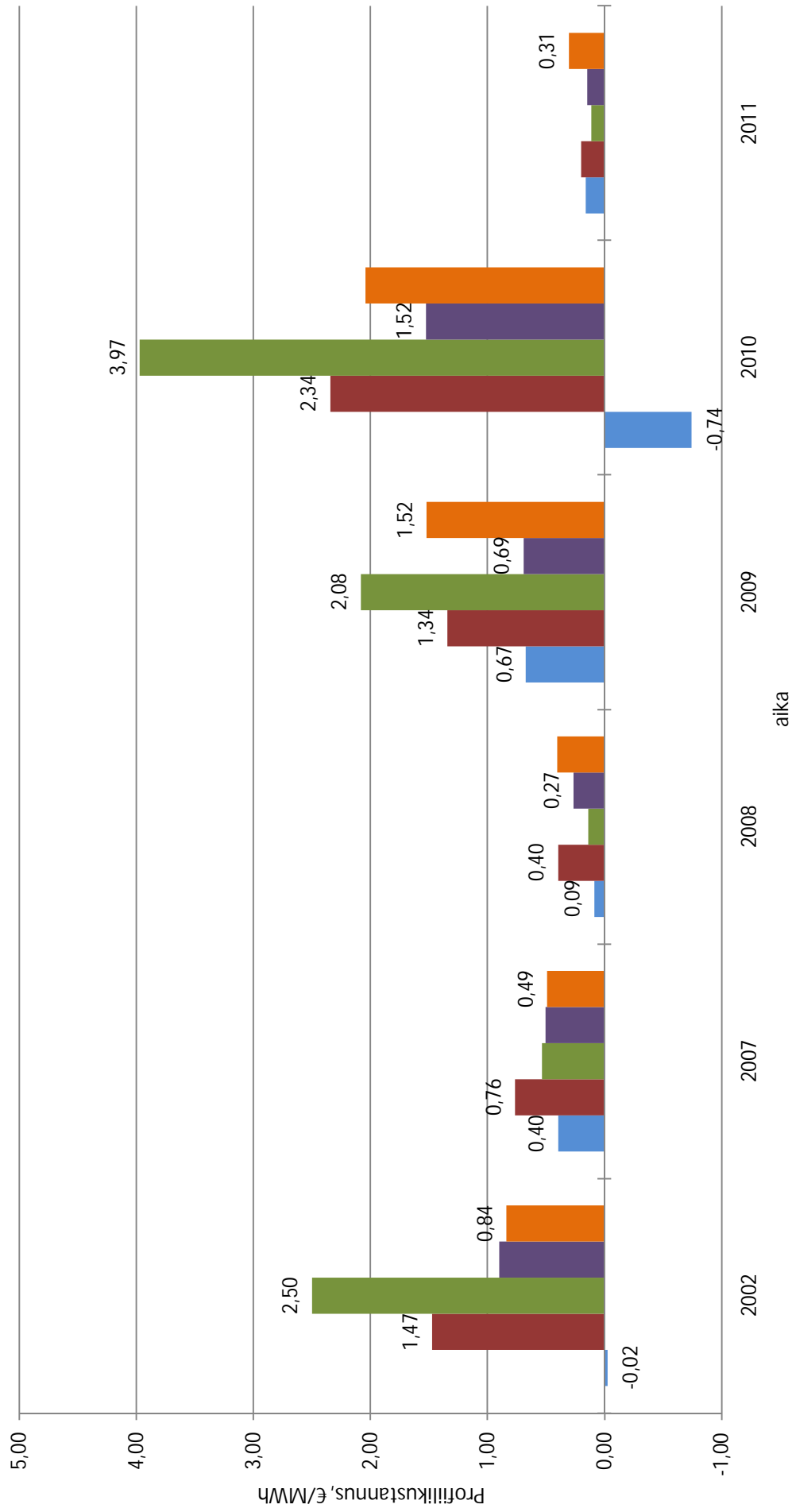
## Profiilikustannukset, tammi-helmikuu



# Profiilikustannukset, kesä-heinäkuu

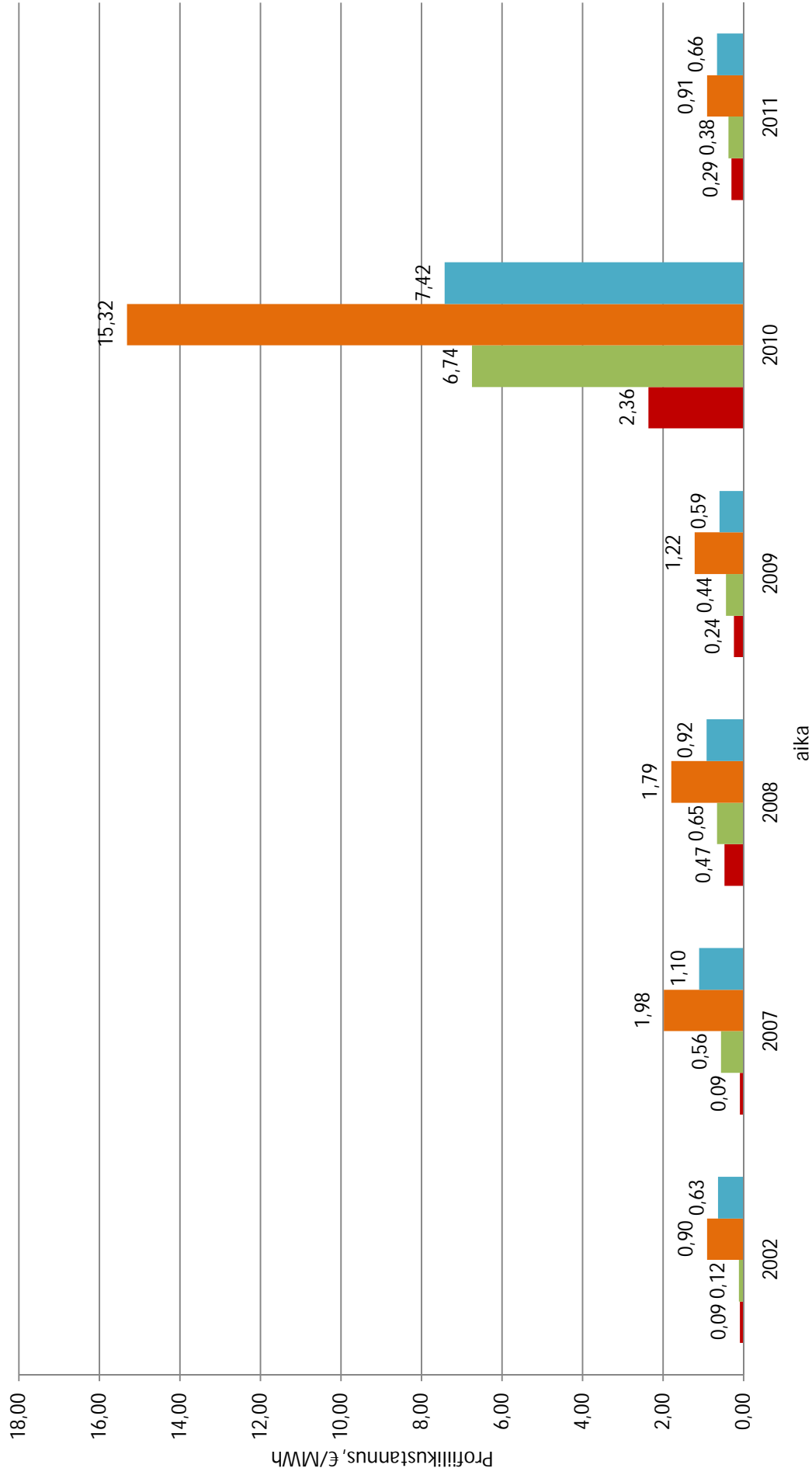


## Profiilikustannukset, marras-joulukuu



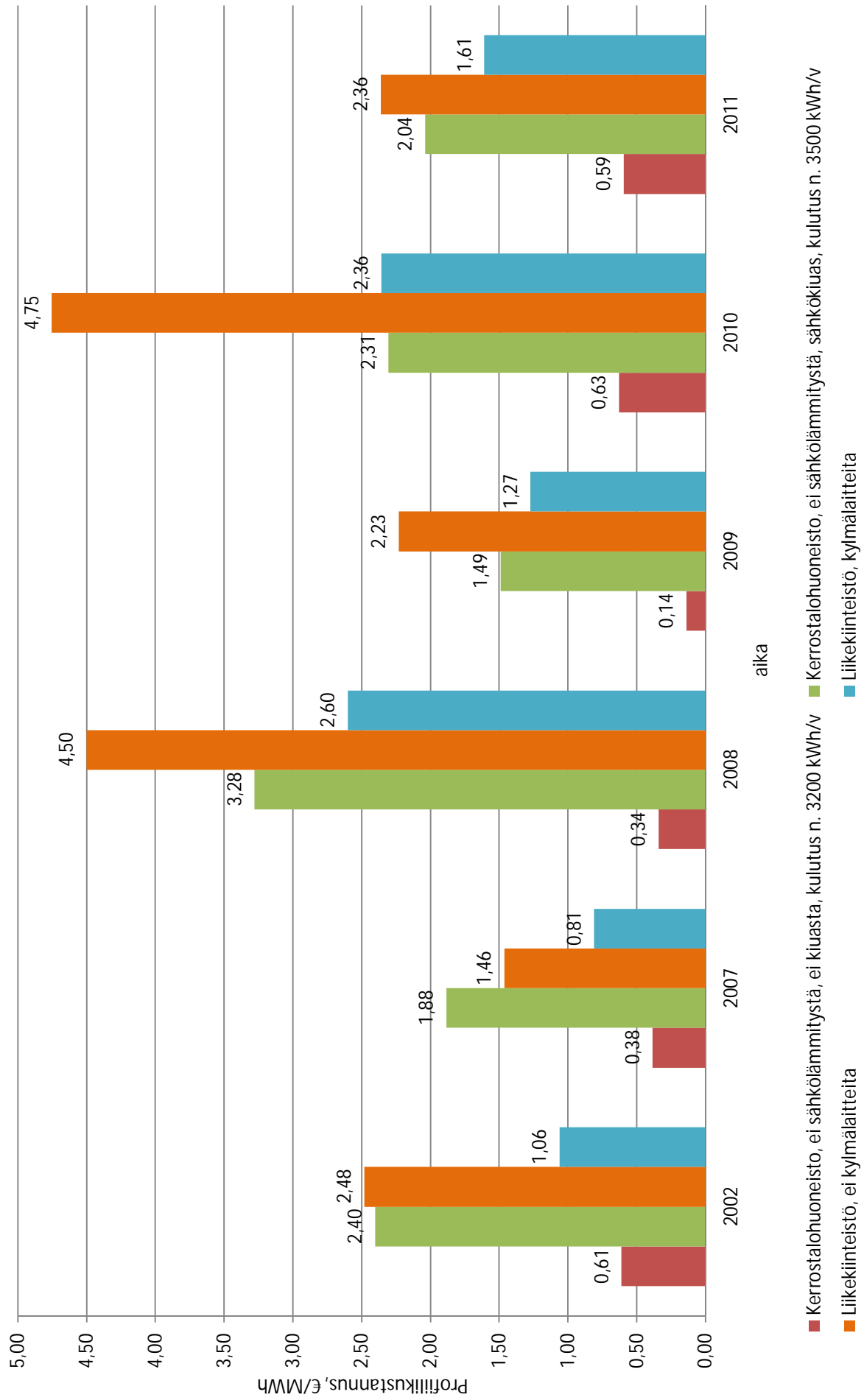


## Profiilikustannukset, tammi-helmikuu, muut kohteet

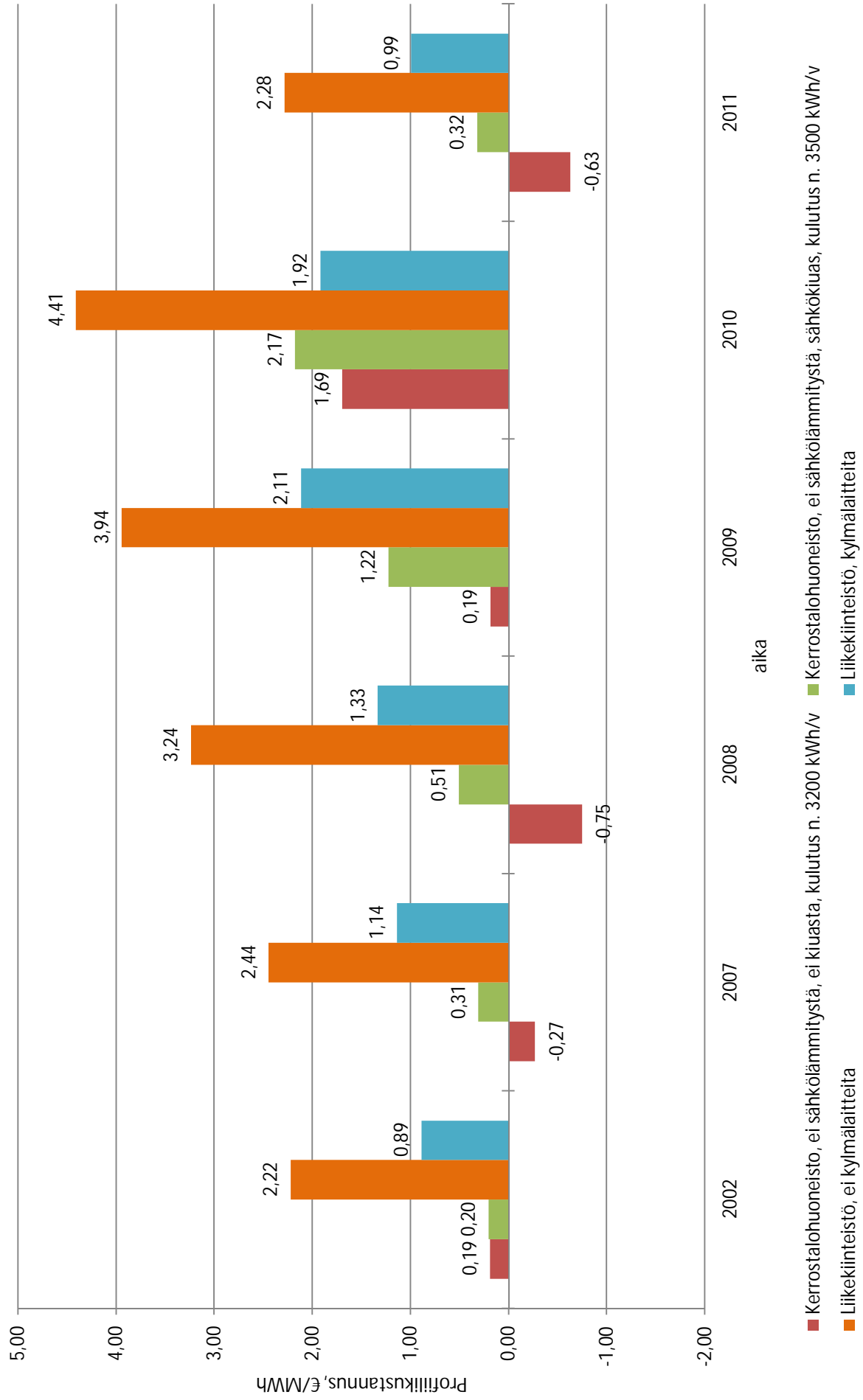


■ Kerrostalohuoneisto, ei sähkölämmitystä, ei kiuasta, kulutus n. 3200 kWh/v ■ Liikekiinteistö, ei kylmälaitteita  
 ■ Liikekiinteistö, kylmälaitteita ■ Liikekiinteistö, kylmälaitteita

## Profiilikustannukset kesä-heinäkuu, muut kohteet



## Profilikustannukset, marras-joulukuu, muut kohteet



## Volyymikustannuksia

